Die

WIRBELTHEORIE DES SCHÄDELS,

am Skelette des Lachses geprüft

von

C. Bruch.

Mit zehn nach den Vorzeichnungen des Verfassers von A. Stix und F. Querbach ausgeführten Holzschnitten.

(Aus den Abhandlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft zu Frankfurt a. M. Bd. IV.)

Frankfurt a. M.
Druck und Verlag von H. L. Brönner.
1862.

Vorwort.

Nachstehende Abhandlung bildete ursprünglich die 4. Abtheilung meiner **Osteologie des Lachses** (Mainz bei Victor v. Zabern. 1861), musste aber wegen unabweislicher äusserer Rücksichten wegbleiben, da schon die 1. Abtheilung, den histologischen Theil enthaltend, nur als knapper Auszug aus einer vollständig ausgearbeiteten Abhandlung über diesen Gegenstand zu betrachten ist, die durch längeres Zurückhalten nur an Gehalt gewinnen kann. Auch die vorliegende Ausführung würde bei längerem Aufschube vielleicht von nicht Vielen vermisst worden sein, allein einestheils wünschte ich zu zeigen, wie meiner Ansicht nach ein so delicater Gegenstand behandelt werden muss, andrerseits aber den gegenwärtigen Standpunkt unserer thatsächlichen Erfahrungen darzulegen, um anschaulich zu machen, wie weit dieser Gegenstand zu einem Abschlusse vorbereitet ist und welches weitschichtige Material hier noch unbearbeitet ist.

Der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft, welche sich bereit erklärte, diese Untersuchung in ihre Abhandlungen aufzunehmen, sie mit den nöthigen Holzschnitten zu versehen und diesen Separatabdruck zu gestatten, bin ich dafür von neuem zu Danke verpflichtet. Jeder der mit mir der Ansicht ist, dass die Wissenschaft am meisten gefördert wird, wenn alle Ueberzeugungen zur Sprache kommen, und dass die Einheit der Wissenschaft nicht auch ihre Einerleiheit voraussetzt, wird ein solches Entgegenkommen sehr anerkennenswerth finden.

Wohl sind mir beim Abdruck ernste Zweifel aufgestiegen, ob ich berechtigt sei, schon jetzt einen so weittragenden Gesichtspunkt ins Auge zu fassen. Auch bin ich mir vollkommen der Gefahr bewusst, in die ich mich begebe, indem ich einen Gegenstand zur Sprache bringe, der so weit von dem Bereiche der meisten Tagesfragen abliegt und bei Manchen vielleicht ein gewisses Unbehagen erweckt, weil er an grosse Irrthümer in der Geschichte der Wissenschaft erinnert. Solche Rücksichten existiren jedoch nicht für den, der Grundsätze geltend machen will und für dieselben die in Frage stehenden Opfer bereits gebracht hat. Für ihn fällt die Frage der Zweckmässigkeit völlig mit der Frage der Wahrheit zusammen, und die Möglichkeit einer vollständigeren Abrundung liegt noch in so unbestimmter Ferne, dass ein Aufschieben leicht einem Aufgeben gleich sehen könnte.

Aus diesem Grunde bedarf ich auch wohl keiner Entschuldigung, wenn ich vorzugsweise kritisch zu Werke gegangen bin und grade dem Autor, der in diesem Gebiete am meisten gearbeitet hat, am meisten entgegengetreten bin. Es wird nicht wohl möglich sein, eine umfassendere thatsächliche Anschauung und mehr Scharfsinn in der Darstellung zu vereinigen, als Owen daran gewendet hat, um in die Begriffe und Terminologie der vergleichenden Osteologie, insbesondere des Schädels, diejenige Ordnung und Consequenz zu bringen, deren sich die anderen Zweige der Naturwissenschaft längst erfreuen. Solche Bemühungen können auf die Dauer nicht erfolglos bleiben, aber sie können ihre wahren Früchte erst tragen, wenn die Voraussetzungen, von denen sie ausgingen, einer genaueren Prüfung unterzogen und die Ursachen, welche sie bis dahin nicht zur allgemeinen Geltung kommen liessen, zur klareren Einsicht gebracht sein werden, als bisher geschehen ist. Indem ich daher Owens Ansichten am strengsten beurtheilte, glaube ich für den Erfolg derselben das Beste gethan zu haben, und wenn ich mir damit bei den Verfassern anderer osteologischer Werke wenig Dank verdiene, so erfahre ich doch vielleicht eher die Fehler des meinigen.

Im Uebrigen ist diese Abhandlung unverändert geblieben, einige Hinweisungen abgerechnet, die durch ihr selbstständiges Auftreten nöthig geworden sind. Möchte sie dazu beitragen, Vorurtheile zu beseitigen, Ehre zu geben, dem Ehre gebührt, vor Allem aber die mündig gewordene Forschung vor allzu einseitiger, schulmässiger Beschränkung zu bewahren.

Rödelheim bei Frankfurt a. M. im October 1862.

Dr. C. Bruch.

Berichtigungen.

Seite 36, letzte Zeile, lies Knorpelstück statt Knochenstück.
Seite 50 ist die Summe der primordialen Ossificationen nicht 515, sondern 499.

Einleitung.

Die sogenannte Wirbeltheorie des Schädels hat seit ihrer ersten wissenschaftlichen Begründung durch Oken im Jahre 1807 so viele Wandlungen, Deutungen und Missdeutungen erfahren, dass es nöthig ist, sich darüber Rechenschaft zu geben, was auf dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft darunter verstanden werden soll.

Oken [1]) selbst war bekanntlich der Meinung, dass sich am Schädel der ganze Rumpf mit allen Gliedmaassen und Eingeweiden wiederhole. Er nahm ursprünglich nur 3 Kopfwirbel an, welche sich von der Rumpfwirbelsäule „nur durch die erweiterte Rückenmarkshöhle unterscheiden." Dazu kommen die Sinnesorgane, welche ebenfalls verknöchern können, aber keine Wirbel sind. Im Riechbein findet er das Analogon des Thorax, in den Kiefern die Extremitäten, im Zungenbein das Becken wieder. Der Schaafschädel ist dabei zu Grunde gelegt.

Zum Theil schon früher hatten Burdin und Duméril den Schädel für den obersten Wirbel erklärt, P. Frank und Kielmeyer umgekehrt in jedem Wirbel eine Wiederholung des Schädels gesehen. Zu ähnlichen Ansichten war nach seiner eigenen Versicherung Göthe schon im Jahre 1790, ebenfalls bei Betrachtung des Schaafschädels, gelangt, nahm jedoch später [2]) mit C. G. Carus 6 Kopfwirbel an, indem er auch die Gesichtsknochen hinzurechnen zu müssen glaubte. Andere Autoren nahmen eine andere Zahl, insbesondere Blainville und Bojanus, denen Oken [3]) später beistimmte, 4, J. Fr. Meckel 5, E. Geoffroy St. Hilaire [4]) sogar 7 Kopfwirbel an, während sich Spix und Ulrich im früheren Anschluss an Oken auf 3 beschränkten, in deren Deutung sie jedoch, wie ihre Vorgänger, von sehr willkürlichen Prinzipien geleitet wurden, so dass eine ausführliche Kritik hier umgangen werden kann.

Für diese ganze Epoche ist die Art und Weise, wie die Entdecker zur ersten Conception ihrer Theorie gelangten, charakteristisch. Sowohl der gebleichte Schädel einer Hirschkuh, den Oken am Fusse des Ilsensteines fand, als der verwitterte Schaafschädel, den Göthe auf den Dünen von Venedig aufhob, konnten nicht mehr

---

[1]) Ueber die Bedeutung der Schädelknochen. Akad. Programm. Jena 1807. 4.

[2]) Nova Acta Nat. Cur. XV. 1831. S. 47.

[3]) Isis 1818. I. S. 500. 1819. II. S. 1537. Allgemeine Naturgeschichte. IV. S. 388.

[4]) Mémoires du Muséum. XI. p. 420. Annales des sciences nat. III. 1824. p. 137, 245.

lehren, als jeder trockne, macerirte Wiederkäuerschädel einer anatomischen Sammlung. In beiden Fällen war es ohne Zweifel der Anblick der Schädelbasis, welche nach der durch Zeit und Wetter erfolgten Zerstörung der Synchondrosen das Ansehen einer in mehrere Wirbelkörper zerfallenen Gliederung darbot. Dass die glückliche Idee dem Scharfsinn der beiden hochbegabten Männer unter so ausserordentlichen Umständen aufging, beweist, dass die aufgeregte Phantasie dabei einen viel grösseren Antheil hatte, als die osteologische Kritik. Eben so ist es Göthe, dem botanische Gärten und Gewächshäuser hinreichend zu Gebote standen, später in Sicilien mit der Metamorphose der Pflanze gegangen.

Dieser imaginative Charakter ist der Wirbeltheorie in ihrer ganzen ersten Periode geblieben. Eine Idee suchte die andere zu überflügeln und die Antwort auf die schwierige Frage, wie Oken selbst sagt, zu — errathen. Von einer Erörterung der empirischen Grundlagen ist, ausser Oken selbst und namentlich Bojanus, wenig die Rede; ja man ging in der Verallgemeinerung des Begriffes „Wirbel" so weit, dass derselbe, wie Owen bemerkt, fast mit dem Begriff „Knochen" zusammenfiel.

Eine festere Basis erhielten diese Betrachtungen durch die Wiederaufnahme der embryologischen Forschungen, ja ich betrachte es schon als ein ebenso charakteristisches als ehrenvolles Merkmal für den Urheber der Wirbeltheorie, dass derselbe [5]) im Jahre 1823, von einem mehrmonatlichen Aufenthalt in Paris und unter den dortigen Sammlungsschätzen zurückgekehrt, sich mit einer auffallenden Zurückhaltung über die Deutung der dort gemachten neuen Erfahrungen äussert, die er bis auf Weiteres blos als Thatsachen zur Kenntniss bringen will.

Schon im Jahre 1822 waren nämlich durch C. E. v. Bär und die unter seiner Leitung geschriebene Dissertation von Arendt über den Hechtkopf neue Gesichtspunkte gewonnen, weiterhin aber hauptsächlich durch die Wahrnehmung, dass sämmtliche Wirbelthierembryonen sich ursprünglich sehr ähnlich und desto ähnlicher sind, je jünger sie sind, eine neue Basis für die vergleichende Anatomie geschaffen und an die Stelle der gleichartigen Funktion, welche bei Oken noch vielfach die morphologische Aehnlichkeit ersetzen musste, ein tieferbegründetes und zuverlässigeres Kriterium, die Gleichartigkeit der Entwicklung gesetzt worden, damit aber die Aufmerksamkeit der Forscher für lange Jahre auf näher liegende Fragen gelenkt.

---

[5]) Isis, 1823. II. Beilage. S. 108.

Cuvier [6]), der schon in der ersten Ausgabe seines Règne animal 1817 von 3 Segmenten (ceintures) des Schädels spricht, aber das Wort „Wirbel“ vermeidet, untersucht in einer von seiner Hand herrührenden, aber erst nach seinem Tode publicirten kleinen Abhandlung die Frage, ob der Schädel ein Wirbel oder aus drei oder vier Wirbeln zusammengesetzt sei. Die Aehnlichkeit des Hinterhauptwirbels gibt er sogleich zu, aber das sei kein Grund, den ganzen Schädel einen Wirbel zu nennen. Am hinteren Keilbein sei die Analogie schon schwächer, da es zwei Knochenkerne im Körper besitze, welche lange Zeit durch Synchondrose getrennt seien; auch seien die Nervenlöcher im Knochen hier nicht intervertebral. Die Zahl der Stücke sei grösser als an der Wirbelsäule, besonders wenn man die Scheitelbeine und inneren Flügelbeine hinzurechne. Das vordere Keilbein dagegen bestehe, wenn man auch die fissura orbitatis superior als Intervertebralloch gelten lasse, bei den Säugethieren nicht aus 3, sondern nur aus 2 Knochen und sei von den Stirnbeinen in den anderen Klassen vielfach getrennt.

Eines weiteren Urtheils hat sich Cuvier enthalten; es bedarf jedoch kaum der Erwähnung, dass von den einander gegenüber gestellten Gründen die negativen so leicht zu beseitigen sind, dass man Cuvier's Ueberzeugung auf den ersten Blick durchschaut und die Zurückhaltung ehrt, mit welcher sich der grosse Forscher in allen theoretischen Fragen auszusprechen pflegte. Denn es ist gewiss, dass es in der Reihe der Wirbelthiere weder an Wirbeln fehlt, die von den Spinalnerven durchbohrt werden, noch an Keilbeinen mit mehr als 2 Ossificationen, noch an Deckstücken, welche mehr oder weniger von ihren primordialen Unterlagen getrennt sind, und dass solche Thatsachen auch Cuvier selbst schon hinreichend bekannt waren.

Viel bestimmter hat sich schon J. Fr. Meckel [7]) ausgesprochen, welcher jedoch geneigt ist, das Riechbein als vierten Kopfwirbel anzunehmen, ja auch die Felsenbeine als Theile „eines durch das eingeschobene Keil- uud Hinterhauptbein auseinander gedrängten Wirbels“ zu betrachten, worin er alle Naturphilosophen an Willkürlichkeit übertrifft.

Unter den Späteren hat sich besonders Reichert [8]) mit Bestimmtheit für die Wirbeltheorie erklärt. Er erkennt bei den Batrachien drei Kopfwirbel, als deren obere

---

[6]) Leçons d'anatomie comparée. 2e. édition. II. 1837. p. 710.

[7]) Anatomie. II. S. 170. Beiträge zur vergleichenden Anatomie. II. 1. S. 74.

[8]) Vergleichende Entwicklungsgeschichte der nackten Amphibien nebst den Bildungsgesetzen des Wirbelthierkopfs. 1838. S. 62, 218.

Schlussstücke er die frontalia, parietalia und das occipitale superius ansieht; ebenso bei den Fischen, wo sie jedoch weniger deutlicher wahrzunehmen seien.

Auch Rathke, dessen Ansichten über die Entwickelung des Schädels manches Eigenthümliche bieten, erklärt sich in seinem berühmten Programme [9]), nach Mittheilung seiner Wahrnehmungen über alle vier Wirbelthierclassen, dahin, dass sich das Hinterhauptbein ganz nach der Weise eines Wirbels entwickele, dass dagegen die beiden Keilbeine in Hinsicht ihrer Entstehung nicht mehr völlig mit den Wirbelbeinen übereinstimmen und zwar das vordere noch weniger als das hintere. Dessenungeachtet hält er auch das Riechbein noch für einen modificirten Wirbel, der, wie die Schwanzwirbel der Säugethiere, nur allein den Körper eines Wirbels darstelle und als das vordere Ende der Wirbelsäule zu betrachten sei. „Dem zu Folge finde man in den 4 verschiedenen Gruppen von Knochen, die aus dem Hinterhauptbeine nebst dessen Schaltknochen (der Schuppe), dem hinteren Keilbein nebst dessen Schaltknochen (Scheitelbeinen), dem vorderen Keilbein nebst dessen Schaltknochen (den Stirnbeinen) und dem Riechbein nebst dessen Auswüchsen (den Muscheln und der Siebplatte) bestehen, wie sie von hinten nach vorn aufeinander folgen, eine immer grössere Abweichung von dem Plane, nach welchem sich die gewöhnlich sogenannten Wirbelbeine ausbilden, so dass das Hinterhauptbein einem Wirbel am ähnlichsten, das Riechbein einem solchen am unähnlichsten sei.“

Dagegen ist Agassiz [10]) von der Wirbeltheorie des Schädels zurückgekommen; er will den Wirbeltypus nicht weiter anerkennen, als die chorda dorsalis in den Schädel hineinreicht, und verlangt, dass zu irgend einer Zeit des Lebens die getrennten Kopfwirbel nachgewiesen werden. Er nimmt demnach nur den Hinterhauptwirbel an, dessen Centraltheil von dem os basilare, dessen Bogentheile von den occipitalia lateralia und externa, dessen Dornfortsatz von occipitale superius gebildet werde. Die seitlichen Schädelbalken und die Gesichtsplatte haben keine Analogie an der Wirbelsäule. Es gebe kein Beispiel, dass die häutige Umhüllung der Wirbelsäule in toto chondrificirt werde, wie die Schädelkapsel, auch sei die Bildung der Deckplatten der Wirbelsäule fremd. Das sphenoideum basilare der Fische sei kein Wirbelkörper.

---

[9]) Vierter Bericht über das naturwissenschaftliche Seminar bei der Universität zu Königsberg. 1839. 4. S. 29. S. auch dessen Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere. Leipzig 1861. s 142 und die Vorträge zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. Leipzig 1862. S. 35.

[10]) Poissons fossiles. I. p. 125.

Auch Bergmann [11]) und Vogt [12]) sprechen sich in diesem Sinne aus und heben namentlich hervor, dass von den primitiven Abtheilungen, wie sie an der Wirbelsäule der Bildung der Wirbel vorausgehen, am Schädel keine Spur zu sehen sei, geben jedoch zu, dass die drei primitiven Schädelabtheilungen, welche durch die drei Abtheilungen des Gehirns und der Sinnesorgane, so wie durch die Abtheilungen der knorpligen Grundlage angedeutet werden, desto deutlicher sind, je weiter man gegen den Ursprung des Embryo zurückgeht.

J. Müller [13]) findet diese Untersuchungen nur zum Theil erschöpft und nimmt in seinem Bericht über das Werk von Agassiz „keinen Anstand, den daselbst entwickelten Zweifeln gegen die Wirbeltheorie des Schädels gegenüber, die bisherige Ansicht, aber frei von romantischen Uebertreibungen, mit voller Ueberzeugung zu vertheidigen.“ Dass die Chorda bei Froschlarven über die Basis des Hinterhaupts hinausgeht, hat Müller selbst gesehen. Bei den Rochen reicht sie nicht einmal bis zum Schädel, obgleich der corticale Theil der Wirbel im Maximum seiner Entwicklung ist, während das vordere Ende der Chorda bei Branchiostoma bis ans äusserste Ende der Schnauze geht, also weiter als je ein Wirbel. Es müssen nicht immer 3 Schädelwirbel an einem Thierkopfe ausgebildet sein, wie beim Menschen und allen Säugethieren der Fall ist, doch kommen auch bei den Fischen das occipitale basilare, sphenoideum posterius und anterius vor. Die Annahme eines vierten (Ethmoidal-) Wirbels hält Müller, trotz des Verhaltens von Branchiostoma, für unzuverlässig und unbewiesen.

R. Owen [14]) endlich bestreitet ausführlicher die Bedenken von Cuvier und Agassiz, indem er namentlich die Uebereinstimmung des occipitale superius mit den Wirbeldornen und der grossen Keilbeinflügel mit den Neurapophysen durchzuführen sucht und zahlreiche Beispiele von Spinalnerven anführt, welche die Wirbel durchbohren (Rückenwirbel vom Ochsen, Bauchwirbel vom Lophius u. a. m.). Die Zahl der Stücke eines Wirbels sei variabel; auch an der Wirbelsäule finden sich Dornstücke, welche von ihren Körpern getrennt sind; ferner reiche wenigstens die Scheide der Chorda weiter als Agassiz annehme. Owen nimmt darnach 4 Kopfwirbel an, indem er das ethmoideum in Verbindung mit den Nasenbeinen als vierten oder Riechwirbel

---

[11]) Einige Beobachtungen und Reflexionen uber die Scelettsysteme der Wirbelthiere. Göttingen 1846. S. 32.

[12]) Embryologie des Salmones. p. 121 und Entwickelungsgeschichte des Alytes. S. 100.

[13]) Myxinoiden I. S. 121. Jahresbericht 1844. CCXLVIII.

[14]) Lectures on comparative anatomy II. 1846. p. 87. On the archetype and homologies of the vertebrate skeleton. p. 141.

im Sinne von Bojanus aufstellt und weiterhin die Anhänge und Eingeweideknochen des Schädels parallelisirt.

In neuerer Zeit hat sich besonders Kölliker [15] um die vergleichende Osteologie des Schädels verdient gemacht, indem er die Lehre vom Primordialschädel durch eigene Untersuchungen in Deutschland zur Geltung brachte und bereits die Anwendung auf alle Wirbelthierclassen machte. Ueber die Wirbeltheorie des Schädels jedoch hat sich Kölliker damals nicht weiter ausgesprochen, obgleich er den Ausgangspunkt für alle fernern Forschungen ebenfalls in Okens grossartiger Entdeckung findet, schliesst sich aber in seiner Entwicklungsgeschichte [16] neuerdings der Rathke'schen Ansicht völlig an.

Auch Stannius [17] hat sich in der zweiten Auflage seines Handbuchs dieser Anschauungsweise zugewendet und unterscheidet fünf Segmente des Schädels „in der Zahl der in den Seitenwandungen der Schädelkapsel vorkommenden, meist in schräger oder verticaler Richtung aufsteigenden Ossificationen.“ Wenn eine nähere Vergleichung dieser Schädelsegmente mit discreten Wirbeln gefordert werden dürfte, so würde das Occipitalsegment mit Einschluss des occipitale basilare und superius einen vollständigen Wirbel vorstellen; die Segmente der beiden Keilbeine lassen sich durch den Besitz oberer Bogenschenkel ebenfalls ohne Zwang auf den Wirbeltypus reduciren, während das ethmoideum nur mit abortiven Schwanzwirbeln zu vergleichen sei.

Diese Anführungen dürften genügen, um darzuthun, dass es der Wirbeltheorie des Schädels gegangen ist, wie vielen andern grossen Wahrheiten, die nur ausgesprochen zu werden brauchen, um sogleich überzeugend zu wirken und die Gegner um Gründe zu ihrer Widerlegung in Verlegenheit zu bringen, welche dann aber, wenn es sich um eine stricte Beweisführung und um specielle Anwendung handelt, endlose Streitigkeiten hervorrufen, weil sie die Lösung einer Prinzipienfrage involviren, die zur Zeit nicht möglich war. Die Prinzipienfrage, die hier in Betracht kommt, ist offenbar nicht die, ob der Schädel ein Theil der Wirbelsäule sei, — denn dies hat seit Oken eigentlich noch Niemand geleugnet — sondern: was ist ein Wirbel?

Wenn es nach den im Eingang erwähnten Gründen und insbesondere nach der ausführlichen Kritik, welche der Versuch von E. Geoffroy St. Hilaire durch Cuvier [18])

---

[15]) Bericht von der zootomischen Anstalt in Wurzburg. 1849. 4. S. 35. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. II. S. 281.

[16]) Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. Leipzig 1861. S. 204.

[17]) Zootomie. 1854. I. S. 54.

[18]) Histoire naturelle des poissons I p. 312, 365.

erfahren hat, überflüssig erscheint, auf die früheren Beantwortungen dieser Frage zurückzukommen, so ist R. Owen offenbar derjenige Autor, welcher sich auf Grund thatsächlicher Erfahrungen am eingehendsten mit dieser Frage beschäftigt hat. Er definirt [19]) den Wirbel als „eines der Segmente des inneren Scelettes, welche erfahrungsmässig die Achse des Körpers darstellen und die schützenden Canäle für die Centralorgane des Nervensystems und für die grossen Gefässstämme bilden.“ Ein solches Segment, welches auch divergirende Anhänge tragen kann, besteht in typischer Vollständigkeit (Idealwirbel) aus: 1 Körper oder Centrum, 2 Neurapophysen, 2 Parapophysen, 2 Pleurapophysen, 2 Haemapophysen, 1 oberen und 1 unteren Dornfortsatz (neural and haemal spine), sämmtlich selbstständigen Elementen (autogenous). Andere Theile, welche man schicklich „Fortsätze“ nennen kann, entstehen als Auswüchse eines solchen Elementes und werden „exogenous“ genannt; dahin rechnet Owen die Diapophysen oder oberen Querfortsätze und die Zygapophysen oder schiefen (Gelenk-) Fortsätze der menschlichen Anatomie. Die selbstständigen Elemente umschliessen im Allgemeinen Hohlräume im Umkreis des Wirbelkörpers, welche durch die Aufeinanderfolge der Wirbel zu Canälen werden, von denen der obere, für die Centralorgane des Nervensystems oder die Neurapophysen, der beständigste, der untere oder Gefässkanal, der von den Haemapophysen gebildet wird, häufiger unterbrochen und von verschiedener Ausdehnung ist. In der Halsgegend entsteht sehr häufig ein seitlicher Canal für ein Gefäss und einen Nerven, welcher von den Pleurapophysen (oder Rippen) und den oberen Querfortsätzen gebildet wird. Weitere Abweichungen vom Typus des Idealwirbels entstehen bei einzelnen Thieren und an einzelnen Abschnitten der Wirbelsäule durch Fehlen oder ungewöhnliche Entwickelung einzelner Elemente, so wie durch Verschmelzungsbildungen. Die Zahl der Wirbel, wenigstens der oberen Bogenstücke, wird endlich durch die Zahl der Nervensegmente (Spinalnervenpaare) bestimmt.

Wenn sich dieses Schema in einem Zeitraum von 20 Jahren, die seit seiner ersten Aufstellung verflossen sind, keiner allgemeinen Anerkennung zu erfreuen hatte, so rührt dies sicher nur daher, dass Owen seine eigenen Definitionen keineswegs scharf festgehalten hat und namentlich die Begriffe Parapophyse und Haemapophyse unter einander und mit den Wirbelanhängen vielfach vermengt hat. Schon J. Müller [20]) hat darauf hingewiesen, dass Owen die unteren rippentragenden Querfortsätze nicht in ihrer wahren Natur erkannt hat, dass sie nicht den Sternalrippen der höheren Thiere verglichen

[19]) Lectures a. a. O. p. 42.

[20]) Jahresbericht 1841. CLIII.

werden können, sondern die unteren Bogenstücke selbst und den Fischen eigenthümlich sind. Dieselbe Ansicht hat darauf Melville[21]) geltend gemacht, bei welcher Gelegenheit Owen sich damit einverstanden erklärte, dass die unteren Querfortsätze Müller's die Schwanzdornen bilden.

Auch Hollard[22]) glaubt nicht an die Elemente, die Owen Parapophysen genannt hat, weil sie nie neben den Haemapophysen und getrennt davon vorkommen. Stannius[23]) hat neuerlich sogar die Bezeichnungen „Neurapophyse" und Haemapophyse, die überdies nicht dem herkömmlichen Sprachgebrauch des Wortes Apophyse entsprechen, ganz aufgegeben und durch die jedenfalls passendere Bezeichnung cura superiora et inferiora ersetzt.

Die Owen'schen Parapophysen müssen demnach aus der Zahl der selbstständigen (autogenous) Wirbelelemente gestrichen werden und können ferner nur unter den Fortsätzen (exogenous) aufgeführt werden; sie können daher auch fernerhin nicht mit Thoraxtheilen verglichen werden, welche entweder als Anhänge unterer Bogenstücke auftreten oder wenigstens „sowohl von dem Körper des Wirbels als von den Rippen getrennt sind", wie Owen[24]) von den Parapophysen der Salmoniden angibt.

Damit ist ein grosser Schritt zu einem besseren Verständniss geschehen. Ehe jedoch in die betreffenden Anschauungen die erforderliche Klarheit kommen kann, ist meiner Ansicht nach noch eine weitere Uebereinstimmung nöthig.

Von jeher ist man gewohnt gewesen, die Rippen als Ausstrahlungen der Wirbelkörper anzusehen und sie den oberen Bogenschenkeln oder Dornfortsätzen zu vergleichen. Nach Oken[25]) gehören zu einem vollständigen Wirbel, ausser dem Körper, nach vorn zwei Rippen, nach hinten zwei Bögen oder Stachelfortsätze, in Allem also wenigstens 5 Stücke, gegen welche Auffassung sich schon Bojanus[26]) erklärte, indem er die Rippen als „Anhängsel" ansieht, die nicht zu den Elementen des Wirbels gehören.

Rathke[27]) lässt beim Schleimfisch von den einzelnen Gliedern der Wirbelsäule sowohl nach oben als nach unten eine Reihe knorpliger stabförmiger Fortsätze ausgehen,

[21]) Annals and magazine of natural history IV. 1849. p. 443.

[22]) Annales des sciences naturelles. 4e série. VIII. 1857. p. 289.

[23]) A. a. O. 2. S. 8.

[24]) A. a. O. p. 59.

[25]) Isis 1819. II. S. 1529.

[26]) Isis 1821. II. S. 1156.

[27]) Abhandlungen zur Bildungs- und Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Thiere. Leipzig 1833. II. S. 21, 41. Auch die schon angeführten „Vorträge zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere" von

welche sich zu den Wirbelbögen vereinigen. Diese unteren Fortsätze finden sich auch an dem zwischen Kopf und Schwanz befindlichen Theile der Wirbelsäule, „jedoch erreichen sie hier nur eine sehr geringe Länge und nehmen eine nach der Quere gehende Richtung an. Man könnte sie für Seitenstücke der processus transversi höherer Thiere halten, wahrscheinlicher aber ist es, dass sie den Rippen anderer Thiere entsprechen.“ Später heisst es: „die den Schenkeln der unteren Wirbelbogen analogen Fortsätze in der Bauchgegend nehmen an Länge zu, jedoch lange nicht so bedeutend, als am Schwanze.“ Von Rippen ist nicht weiter die Rede; Rathke scheint ihre Bildung daher nicht beobachtet zn haben, da sie bei Blennius sehr klein sind.

C. E. v. Baer, [28]) welcher die unteren Wirbelbogen bei frisch ausgeschlüpften Cyprinen ebenfalls für die Querfortsätze anspricht, hatte dazu „keinen anderen Grund, als den, dass die Rippen, wenn sie einige Wochen später in der Seitenwand des Bauches sich deutlich zeigen, ungemein dünn sind. Vielleicht enthalten aber jene frühe sich zeigenden Streifen die Querfortsätze und Rippen in ungesondertem Zustand, auch seien bei ausgewachsenen Cyprinen die Querfortsätze vorn fast auf Nichts reduzirt.“

H. Rathke (mit einem Vorworte von C. Gegenbaur. Leipzig 1862) enthalten S. 11 die Angabe, dass die Rippen der Säugethiere, Vögel und Amphibien als Strahlen oder Fortsätze der Wirbel entstehen, welche, wenn sie eine beträchtliche Länge erreichen, sich von den Wirbeln abgliedern, bei geringer oder mässiger Länge aber sich nicht abgliedern und dann Querfortsätze heissen. Ja es soll sich an den Halswirbeln bei vielen höheren Wirbelthieren jederseits unter dem gewöhnlichen Querfortsatz „noch ein zweiter“ bilden, die nachher an ihren Enden mit einander verwachsen und den Raum umfassen, durch den die arteria und vena vertebralis hindurchläuft. — Diese Angabe ist um so auffallender, als die Rippen der genannten höheren Wirbelthiere bekanntlich nur in Ausnahmsfällen, z. B. bei den Cetaceen, wo die Querfortsätze sehr tief stehen, an den Querfortsätzen selbst, in allen anderen Fällen aber unterhalb derselben, am sogenannten Wirbelkörper inseriren; letzteres namentlich auch in den zahlreichen Fällen, wo an einer grösseren oder geringeren Strecke der Wirbelsäule gar keine Querfortsätze vorhanden sind. Auch gibt es wohl gabelförmig gespaltene Fischgräthen, aber von gabelförmig gespaltenen Rippen, deren ebendaselbst S. 13 gedacht wird, ist sowohl bei den höheren Wirbelthieren als bei den Fischen ohne Uebertreibung nicht wohl zu reden, denn das sogenannte tuberculum costae, die Anlagerungsstelle an den Querfortsatz, wenn er vorhanden ist, kömmt auch bei der grössten Ausbildung, wie bei den Schildkröten, den Vögeln und dem Menschen, dem anderen sogenannten Gabelast, dem collum costae, nicht entfernt an Länge gleich. — Es ergibt sich daraus, dass die Rippen der höheren Thiere in der That den Rippen der Fische morphologisch gleichwerthig sind und an derselben Stelle des Wirbelkörpers inseriren, wo sie inseriren würden, wenn, wie bei den Fischen, untere Wirbelstücke selbstständig ausgebildet wären. Auch bei den Fischen gibt es zum Ueberfluss zahlreiche Fälle, z. B. an den vorderen Wirbeln der Acanthini, Gadoiden u. A., wo die Rippen bis in die Höhe der oberen Wirbelstücke hinaufrücken, während sie an derselben Wirbelsäule weiter hinten an den Enden der unteren Querfortsätze, ja selbst an unteren Wirbeldornen der Rücken- und Lendenwirbel befestigt sind.

[28]) Entwickelungsgeschichte der Fische. Leipzig 1835. 4. S. 36.

J. Müller,[29]) welcher sonst zwischen Bogenstücken, Wirbelkörpern und Rippen streng unterscheidet und dies, wie oben erwähnt, gegen Owen geltend macht, lässt gleich wohl auf eine räthselhafte Weise die unteren Schwanzdornen des Polypterus von vereinigten Rippen gebildet werden, ohne Gründe für diese Annahme anzugeben.

Vogt spricht sich in seiner Entwicklungsgeschichte der Forelle über die Entstehung der Rippen und der Bogenstücke nicht näher aus, er sagt nur [30]), dass im dritten Monat erst der Wirbelkörper knöchern, alle Apophysen aber noch knorpelig seien.

Der neueste Beobachter endlich, A. Müller [31]), betrachtet die Rippen gradezu als „untere Ausstrahlungen der Wirbelkörper" und vergleicht die unteren Bogenstücke mit den knorpeligen Basen der oberen Bogenstücke oder „dorsalen Ausstrahlungen". Dieselben seien bei Cyprinen von vornherein knöchern, nur „an den 5 vordersten Wirbeln fänden sich die Rippen in der früheren Zeit mit einer knorpeligen Basis versehen, welche später für sich verknöchert und die als rippentragende Querfortsätze bezeichneten Stücke bildet." Die Entwicklungsgeschichte gebe hiernach keinen Grund, eine Verschiedenheit ausser der des Orts zwischen den oberen und unteren Bogenschenkeln oder diesen und den Rippen mit ihren Querfortsätzen anzunehmen. „Vorn, hinten, oben, unten sieht alles wesentlich gleich aus und bewegt sich innerhalb der Grenzen einer gewissen Verschiedenheit."

Solchen Behauptungen gegenüber kann ich nur wiederholen, dass ich mich mit derjenigen Bestimmtheit, die bei sinnlichen Wahrnehmungen überhaupt möglich ist, bei Embryonen von Rindern und beim Hühnchen, die ich bis zu den ersten Organanlagen verfolgte [32]), überzeugt habe, dass die Rippen ursprünglich selbstständige, von den Wirbelfortsätzen völlig getrennte Organanlagen sind, welche ziemlich weit von denselben entfernt auftreten, sich sowohl nach der Bauch- als nach der Rückenseite hin ausbreiten und ihre Gelenkverbindungen erst sehr spät eingehen. Ebenso getrennt entstehen die ossa sternocostalia und die processus uncinati der Vogelrippen, welche also sämmtlich selbstständige Scelettheile sind und mit der Bildung der Wirbel

---

[29]) Archiv für Naturgeschichte von Erichson. 1846. I. S. 200 und Ganoiden S. 94.

[30]) Embryologie a. a. O. p. 108.

[31]) J. Müllers Archiv. 1853. S. 260. Die von ihm untersuchten Cyprinen waren 6 — 8''' lang (bei Fischen von 1 — 1½' Länge), was der Vermuthung Raum lässt, dass er nicht Embryonen, sondern entwickelte Fische untersucht hat, denn nach v. Bär (a. a. O. S. 29) entwickeln sich Barsche und Cyprinen viel rascher und durchbrechen die Eihülle schon nach 3 — 4 Tagen, wozu die Forelle 3 Monate braucht.

[32]) Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Knochensystems. Zürich 1852. S. 15.

Nichts zu thun haben, sondern als peripherische Anhänge derselben zu betrachten sind [33].

Ohne diese Einsicht ist in der vergleichenden Osteologie nicht weiter zu kommen und namentlich nicht zu begreifen, warum bei den höheren Wirbelthieren, wo ein selbstständiger Wirbelkörper fehlt und die unteren Bogenstücke gar nicht oder nur rudimentär zur Entwicklung gelangen, die Rippen nicht ebenfalls wegfallen, sondern nur ihre Befestigung ändern. Weil die oberen Bogenstücke in diesen Fällen die chorda dorsalis auch nach abwärts umwachsen und die Stelle der Wirbelkörper vertreten, treten die Rippen, welche vollkommen an der Stelle bleiben, wie bei den Fischen, bei fortgesetztem Wachsthum ihres dorsalen Endes entweder mit den oberen Querfortsätzen oder mit dem Wirbelkörper oder, wie beim Menschen, mit beiden zugleich in Verbindung. Ja beim Lepidosiren, wo es gar nicht zur Umwachsung der Chorda kommt und diese in toto permanent bleibt, sind die Rippen dennoch vorhanden und an der äusseren Scheide der chorda dorsalis selbst befestigt.

Vergleicht man nach diesen Erläuterungen das Owen'sche Schema des Fischwirbels mit der von mir [34]) gegebenen Aufzählung der Elemente des Salmenwirbels, so stösst man in der That auf erhebliche Widersprüche. Jedermann erkennt an der Wirbelsäule des Lachses das Centrum oder den Wirbelkörper, die oberen und unteren Bogenstücke (Neurapophyse und Haemapophyse Owen), die Rippen oder Pleurapophysen, und einen Theil der übrigen Anhänge, welche Owen an einer späteren Stelle [35]) nach dem Vorgange von Brandt und Ratzeburg [36]) dem Wirbel des Härings beigefügt hat. Dagegen macht sich schon darin eine Abweichung bemerklich, dass wenigstens die oberen Dornen (neural spine) des Lachses paarige Stücke sind. Ob dasselbe von den unteren

---

[33]) Dies scheint auch die Ansicht von Stannius zu sein, welcher (a. a. O. 1. S. 14) die Rippen, als besondere zur Umschliessung der Eingeweidehöhle bestimmte paarige Bogenelemente auffasst. Diese Auffassung ist vollkommen naturgemäss und ich würde mich derselben mit voller Ueberzeugung anschliessen, wenn er nicht an einer späteren Stelle (Seite 26. Note) „bei Salmo salar dahin gelangt wäre, die zur Umschliessung des fibrösen Längsbandes verwendeten äusseren oberen Bogenschenkel als den die Rumpfhöhle umgürtenden Rippen analoge Elemente zu betrachten.“ Die Verschiedenheit ist hier mindestens so gross, wie zwischen dem fibrösen Längsband und den Baucheingeweiden, und der von demselben eingenommene Raum entspricht nicht der Bauchhöhle, für die es bei den Wirbelthieren kein Analogon am Rücken gibt, sondern höchstens dem doppelten Gefässkanal, der in den Schwanzdornen einiger Fische, im Bereich der unteren Dornen, gefunden wird.

[34]) Vergleichende Osteologie des Rheinlachses. Mainz 1861. S. 13.

[35]) Lectures. a. a. O. p. 66.

[36]) Medizinische Zoologie. II. Taf. VIII. Fig. 1. B.

Dornen (haemal spine) anzunehmen ist, habe ich vorläufig dahingestellt gelassen, da der Lachs noch nicht auf seine Entwicklung untersucht ist. Entschieden hinwegfallen müssen, wie schon bemerkt, die Parapophysen, die höchstens als Querfortsätze der unteren Bogenstücke beibehalten werden können. Ferner müssen die oberen Querfortsätze oder Diapophysen nicht als Fortsätze des Wirbelkörpers, sondern der oberen Bogenstücke oder Neurapophysen dargestellt und von den medianen Querfortsätzen einiger Knochenfische, welche Owen unter seinen Parapophysen mitbegreift, wohl unterschieden werden. Die Pleurapophysen weiterhin dürfen nicht in Verbindung mit den Wirbelkörpern, sondern mit den unteren Bogenstücken oder Haemapophysen gesetzt werden, auch wo letztere mit den Wirbelkörpern synostosirt sind. Endlich ist der Unterscheidung der Zygapophysen oder schiefen Fortsätze in solche, welche den Bogenstücken angehören (processus obliqui des Menschen), und solche, welche Fortsätze des Wirbelcentrums sind (processus secundarii der Fische), worauf ich an einem anderen Orte [37]) aufmerksam gemacht habe, Rechnung zu tragen.

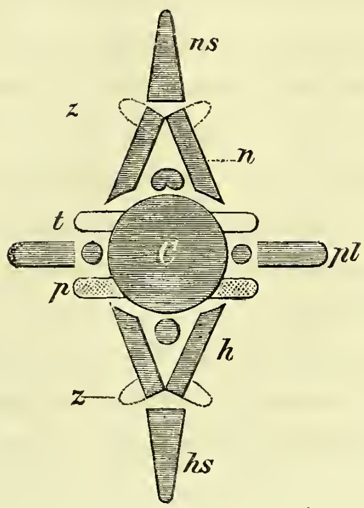
Es würde mir nach dem Gesagten leicht sein, ein verbessertes Schema der Art folgen zu lassen. Es handelt sich jedoch hier nicht um einen Idealwirbel, sondern um die Wirbelsäule des Lachses und ich fühle mich nicht berufen, schon jetzt ein allgemein gültiges Schema für alle Knochenfische, geschweige für alle Wirbelthiere aufzustellen. Ich habe mich daher in meiner Osteologie des Lachses begnügt, einfach auf die Abbildungen zu verweisen, welche eine geometrische Darstellung der verschiedenen Abschnitte der Wirbelsäule enthalten, an der alle selbstständigen (autogenous) Elemente, sammt den Fortsätzen wohl zu übersehen sind. Nur zum Verständniss für Diejenigen, denen meine genannte Schrift nicht zur Hand ist, stelle ich das Owen'sche Schema und meine Darstellung des Rückenwirbels vom Lachse, in Verbindung mit der des Schwanzwirbels, in schematischer Form hier neben einander, ohne sie für etwas Anderes auszugeben, als die Ueberschrift besagt.

In beiden Figuren sind für identische Theile dieselben Buchstaben gebraucht. Die schiefen Fortsätze sind in Fig. 2 nur weggelassen, um dieselbe nicht zu überladen, die primordialen Theile schraffirt. Mit Hinzufügung der beiden übrigen Gräthenreihen des Härings und der mittleren, am Körper entspringenden Querfortsätze des Hechtes würde sodann dieses Schema alle Elemente und Fortsätze enthalten, die an einem Fischwirbel vorkommen und sehr wahrscheinlich überhaupt an einem Wirbel vorkommen können.

---

[37]) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XI. 1.

Fig. 1. Idealwirbel nach Owen.



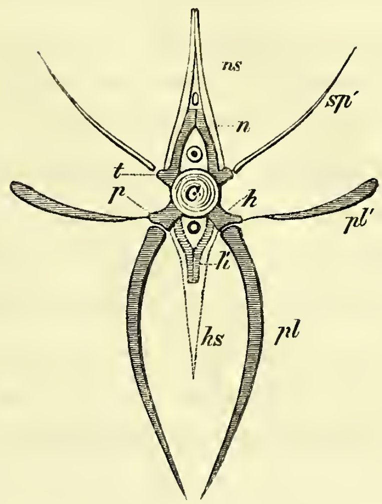
1. Autogenous elements.

c centrum
n neurapophyses
p parapophyses
pl pleurapophyses
h haemapophyses
ns neural spine
hs haemal spine

2. exogenous elements.

t diapophyses
z zygapophyses

Fig. 2. Rückenwirbel des Lachses.



1. Elemente.

c Körper
n obere Bogenstücke
h untere „
h' untere Bogenstücke der Schwanzwirbel (punctirt)
pl Rippen
pl' cartilagines intermusculares
ns obere Dornstücke
hs untere Dornstücke der Schwanzwirbel (punctirt)
sp' obere Fleischgräthen

2. Fortsätze.

t obere Querfortsätze
p untere „

Die Zahl der Elemente eines completen Fischwirbels ist daher nach Abzug der Owen'schen Parapophysen und ohne die Rippen und sonstigen Anhänge, wie ich schon in der Osteologie des Lachses erwähnte, neun. Dieselbe Zahl hat Geoffroy für Pleuronectes rhombus aufgestellt [38]), wobei jedoch obere und untere Flossenstrahlen und deren Träger als Wirbelelemente gezählt sind, ohne die sein Fischwirbel nur fünf Elemente zählen würde, nämlich den Körper (cycléal), zwei obere Bogenstücke (périaux) und zwei untere (paraaux). Die Entdeckung selbstständiger oberer Dornstücke bei Esox und Salmo gebührt Stannius [39]); ein unteres Dornstück, offenbar durch Verschmelzung

---

38) Mémoires du Mus. IX. 1822. p. 90.
39) J. Müller's Archiv. 1849. S. 536.

paariger Stücke gebildet, wies ich am ersten Schwanzwirbel des Lachses nach. — Für den Säugethierwirbel nahm Oken, wie oben erwähnt, 5 Elemente an, wobei ein Rippenpaar mitgezählt ist, Bojanus ohne letzteres 4, indem er den in den Wirbeldornen der Wiederkäuer auftretenden überzähligen Knochenkerm mitzählte. Den Mangel eines selbstständigen Wirbelkörpers und dessen Entstehung aus den oberen Bogenstücken bei den höheren Wirbelthieren zeigte J. Müller [40]). Diese Eigenthümlichkeiten der einzelnen Abtheilungen des Thierreichs müssen wohl unterschieden werden und für jede derselben ist daher ein besonderes Schema aufzustellen, welches ich mir für einen späteren Zeitpunkt vorbehalte.

Spätere Erfahrungen müssen auch zeigen, ob dieses Schema oder das Owen'sche eine grössere Anwendung in der Classe der Fische gestattet; es versteht sich jedoch von selbst, dass auf den Schädel des Lachses nur das erstere in Anwendung kommen kann.

I. Abtheilung. Vergleichung des Schädels mit der Wirbelsäule des Lachses.

Bei der Vergleichung des Schädels mit der Wirbelsäule des Lachses wirft sich zuerst die Frage auf, ob der untheilbare Primordialschädel, wie ich ihn Fig. 3 meiner IV. Tafel abgebildet habe, als primordiales Verschmelzungsproduct mehrerer knorpliger Elemente, welche als Wirbelelemente angesprochen werden können, betrachtet werden darf, da im erwachsenen Thier von isolirbaren Segmenten keine Rede mehr ist. Diese Frage kann zwar, so lange die Entwicklungsgeschichte des Laches fehlt, für denselben nicht direct bejaht werden, aber nach den schon angeführten Beobachtungen von Vogt bei der Forelle und nach den viel älteren Wahrnehmungen von Rathke [41]) beim Schleimfisch, wonach „der Grundtheil des Schädels nicht nur einen ähnlichen Entwickelungsgang nimmt, wie die Körper der Wirbelbeine, sondern sich auch in drei verschiedene Glieder sondert, von denen das hinterste nicht viel länger als das daranstossende Glied des Wirbelstammes ist, das vorderste und dünnste aber eine viel grössere Länge hat und das mittelste zwischen beiden in der Grösse die Mitte hält", so wie nach den Mittheilungen von Reichert [42]), welcher beim Frosche die einzelnen Wirbelabtheilungen der Seitenwände und des Schädelgewölbes ziemlich

---

[40]) Myxinoiden I. S. 100. II. S. 74.

[41]) Abhandlungen a. a. O. S. 22.

[42]) A. a. O. S. 65.

genau unterscheiden konnte, an einer späteren Stelle [43]) aber sagt, dass eine wirkliche Trennung der einzelnen Wirbel weder vor der Sonderung der Bildungsmassen, noch während der Chondrose zu bemerken sei, sondern erst durch die Ossification hervorgerufen werde; so wie endlich nach meinen eignen Beobachtungen [44]) bei Rinderembryonen von 6''' Länge, wo ich die knorpligen Elemente der 3 Kopfwirbel in gesonderter Anlage wirklich gesehen habe, erscheint es als höchst wahrscheinlich, dass dieselben bei allen Wirbelthieren ursprünglich, wenn auch nur eine sehr kurze Zeit, gesondert existiren und dass der Primordialschädel mithin factisch einer Summe von Elementen entspricht, womit auch die Trennung der Schädelbasis in zwei seitliche Hälften beim Ammocoetes nach J. Müller [45]) übereinstimmt.

Es wirft sich daher die zweite Frage auf: ob die im Primordialschädel des Lachses auftretenden Ossificationen nach Lage und Ausbreitung den ursprünglich gesonderten Elementen desselben und weiterhin denen der Wirbelsäule entsprechen, oder ob sie nach einem anderen Plane vertheilt sind [46]). Auf der Beantwortung dieser Frage beruht hauptsächlich die Vergleichung des Schädels mit der Wirbelsäule, und fällt sie bejahend aus, so kann die weitere Frage, ob die permanent knorpligen Theile ebenfalls mit hinzuzuziehen sind, als eine untergeordnete betrachtet werden.

Leider geben die bisherigen Untersuchungen über das Auftreten der Knochenkerne im Embryo der Fische nur sehr spärlichen Aufschluss. Nach Rathke [47]) entsteht, abgesehen von der ringförmigen Ossification der fibrösen Chordascheide, welche den Wirbelkörper bildet, beim Blennius ein kleiner Knochenpunkt in jedem Bogenschenkel, da wo er mit dem Wirbelkörper in Verbindung steht. Die Verknöcherung geht also in jedem Wirbel, abgesehen von der schon früher vollendeten Verknöcherung des Körpers, von 4 Punkten aus. Am Schädel verknöchert ebenfalls der fibrös häutige Theil des

---

[43]) A. a. O. S. 163.

[44]) Beiträge a. a. O. S. 17.

[45]) Myxinoiden I. S. 117.

[46]) Schon S. Th. v. Soemmering hat in einem sehr lesenswerthen Aufsatze (Zeitschrift von Tiedemann und Treviranus III. S. 209) hervorgehoben, dass die sogenannten Schädelknochen sich nachträglich in einer einzigen, vorher ungetrennten Knorpelmasse bilden und daher, zum Theil wenigstens, nur die Bedeutung der Epiphysen an den Röhrenknochen haben. Er irrte nur darin, dass er den ganzen Schädel für einen einzigen knorpeligen Behälter ansah, der zu keiner Zeit des Fötallebens existirt: ausserdem müsste eine solche Knorpelkapsel selbst ihre Entwicklungsgeschichte haben.

[47]) A. a. O. S. 41.

Grundbeins, wiewohl ohne Sonderung in auf einanderfolgende Glieder, ferner von besonderen Centren aus jedes Scheitelbein und Stirnbein, so wie die meisten Gesichtsknochen, namentlich der Vomer, die Zwischenkiefer, jede Seitenhälfte des Unterkiefers. Letzterer soll mit dem Quadratbein einen einzigen, sulzig knorpeligen Enden darstellen, in dem später eine Abgliederung stattfindet. Aus gleicher Masse bestehen nach Rathke anfänglich alle Deckknochen, was insofern einer Berichtigung bedarf, als ich [48]) wenigstens bei Cyprinen von 6—8''' Länge die Deckknochen des Schädels entschieden als sekundäre Knochenscherbchen auftreten sah, wie bei Vögeln und Säugethieren. Als selbstständige Sceletttheile entstehen ferner nach Rathke das Zungenbein, die Kiemenhautstrahlen, die Kiemendeckelstücke, die Strahlen und Strahlenträger der unpaaren Flossen und als erste Verknöcherung, die noch vor der Wirbelsäule auftritt, die des Gürtels der vorderen Extremität, unserer clavicula.

Vogt [49]) unterscheidet als integrirende Verknöcherungen des Primordialschädels die verschiedenen Flügel des Keilbeins und die Theile des Hinterhauptbeins, die von Cuvier als occipitale inferius, superius, laterale, ala magna, ala orbitalis und sphenoideum anterius bezeichnet werden, als Deckknochen die frontalia, parietalia, sphenoideum basilare, vomer und ethmoideum (nasale der Autoren), rechnet hierzu aber auch die frontalia anteriora, posteriora und occipitalia externa, die wenigstens beim Lachse entschieden integrirende Theile des Primordialschädels sind. Von diesen Theilen entsprechen diejenigen, welche die Hypophysis umgeben, namentlich die grosser Keilbeinflügel, den seitlichen Schädelbalken, das sphenoideum anterius und posterius den Gesichtsplatten und die hinter den grossen Flügeln gelegenen Theile der sogenannten Nackenplatte. Von den Wirbeln erwähnt Vogt [50]), dass sie sehr spät verknöchern. dass die Körper im Anfang (im 3. Monat) ringförmig sind, die Bogenstücke aber zu dieser Zeit noch ganz knorplig.

Hier ist zum Theil ein Widerspruch mit den Angaben v. Bärs [51]), wonach sich der Wirbelkörper bei Cyprinus aus mehreren Stücken bildet, die durch eine seitliche Naht verbunden sind und den oberen und unteren Wirbelbogen entsprechen. Von den letzteren entstehe zuerst die untere, dem Wirbelstamm zugekehrte Hälfte, bald aber verlängere sich diese zur oberen Hälfte. Offenbar hat v. Bär die ringförmige Ossi-

---

[48]) Beiträge a. a. O. S. 133.
[49]) Embryologie a. a. O. S. 118.
[50]) A. a. O. S. 108.
[51]) A. a. O. S. 36.

fication der Chordascheide gar nicht gesehen, welche schon J. Müller [52]) als selbstständigen Wirbelkörper anspricht, „worin die conischen Facetten desselben liegen".

Was meine eigenen Erfahrungen in diesem Gebiete betrifft, so hatte ich zwar noch keine Gelegenheit, die Entwickelung des Lachses zu verfolgen, doch habe ich an jungen Exemplaren von Salmo fario, welche noch den Dottersack in der Leibeshöhle enthielten, so viel gesehen, dass die Wirbelsäule zu dieser Zeit schon eine sehr complicirte Structur zeigt. Die chorda dorsalis bildete noch einen gleichmässig dicken Strang, dessen Scheide durch Zusatz von Essigsäure beträchtlich aufquoll und keine Spur von Verknöcherung zeigte. An derselben unterschied man schon deutlich die von Leydig [53]) bei der Chimaera beschriebene und später von Kölliker bestätigte innere und äussere elastische Schicht. Nur die zwischen beiden gelegene bindegewebige Schicht quoll durch Essigsäure auf und zeigte die charakteristische ringförmige Faserung. Auf diese schlauchförmige, formgebende Scheide der Chorda waren 4 knorpelige Bogenstücke mit breiterer Basis aufgesetzt, die sich an den Schwanzwirbeln oben und unten zu niederen Spitzbogen verbanden, welche nur die Höhe von Säugethierwirbeldornen hatten, an den Brustwirbeln aber unten weit von einander abstanden. Von Verknöcherung und Dornfortsätzen, wie sie den Fischen eigen sind, war daran keine Spur. Offenbar waren die Dornstücke sowohl als der ringförmige Wirbelkörper noch gar nicht gebildet und es erklärt sich daraus nicht nur der anscheinende Widerspruch der oben genannten Autoren, sondern es bestätigt sich auch die sekundäre Entstehung des eigenthümlichen, knöchernen Wirbelkörpers der Fische.

Auf welche Weise aber der Wirbelkörper sowohl als die Wirbeldornen entstehen und welchen Verlauf diese Verknöcherung nimmt, kann ich noch nicht angeben. Doch lässt sich aus der Betrachtung erwachsener Salmenwirbel mit ziemlicher Sicherheit erschliessen, dass sich dieselben nur in unwesentlicheren Punkten von anderen Knochenfischen unterscheiden und sich dem Schema unterordnen, welches ich früher [54]) von der Entstehung der Fischwirbel aufgestellt habe. Insbesondere weist die völlige Isolirbarkeit sämmtlicher vier Bogenstücke an den Rückenwirbeln des Lachses entschieden darauf hin, dass der Wirbelkörper ganz unabhängig und nach innen von denselben entsteht, dass mithin die Bogenstücke erst nachträglich mit demselben verbunden werden und dass das Wachsthum des Wirbels eben so sehr in der Auflagerung sekundärer Knochen-

---

52) Myxinoiden II. S. 69.

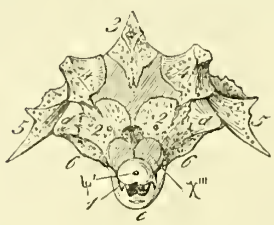
53) J. Müller's Archiv. 1851. S. 241.

54) Beiträge a. a. O. S. 150.

schichten auf dem Wirbelkörper, als auf dem inneren Wachsthum der permanent knorpeligen Enden der Bogenstücke beruht: ein Verhältniss, welches bei anderen Fischen, z. B. bei den Cyprinen, durch die grössere Ausbreitung und Vereinigung der primordialen Bogenstücke bemerkenswerthe Modificationen erleidet.

Aus diesen freilich noch sehr lückenhaften Angaben kann mit grosser Wahrscheinlichkeit so viel geschlossen werden, dass die anfänglichen Ossificationen des Primordialschädels den später bleibend getrennten sogenannten Schädelknochen entsprechen, nicht aber dass sie im Einzelnen die ersten knorpligen Anlagen wiederholen. Es wird daher Alles auf die Beantwortung der weiteren Frage ankommen, ob die getrennten Ossificationen des Schädels im erwachsenen Thiere denen seiner Wirbelsäule entsprechen. Ist dies der Fall, so kann wohl auch die Frage als erledigt angesehen werden, ob die Entwickelung derselben für Schädel und Wirbelsäule die gleiche ist.

Fig. 3. Hinterhaupt des Lachses.



Was zunächst die Elemente des Hinterhauptwirbels beim Lachse betrifft, so bietet sich am Hinterhauptbeinkörper eine vollkommen regelmässig gebildete Facette dar, welche sich der vorderen Facette des ersten Wirbelkörpers anschliesst und das vordere Ende der chorda dorsalis einschliesst. Diese Facette, die demnach einem halben Wirbelkörper entspricht und ohne Zweifel durch selbstständige Ossification der Chordascheide entstanden ist, ist von einem primordialen Stück umwachsen, occipitale inferius Cuvier 1, welches durch seine untere Spaltung in zwei absteigende flügelartige Lamellen die in der Medianebene verschmolzenen unteren Bogenstücke oder Haemapophysen des Hinterhauptwirbels verräth. Die Deutung der occipitalia lateralia 2 als oberer Bogenstücke (partes condyloideae) unterliegt keinem Zweifel. Dagegen kann das occipitale superius 3 nicht mit Cuvier als interparietale aufgefasst werden, welches bei den höheren Thieren, wo es vorkömmt, immer ein Deckstück ist und vielleicht dem occipitale posterius Agassiz d des Lachses entspricht, sondern es entspricht jener primordialen Ossification, welche zwar an der Wirbelsäule der Fische und der meisten höheren Thiere fehlt, aber am Schädel der meisten Wirbelthiere von Spöndli[55]) nachgewiesen wurde und die untere Hälfte der Hinterhauptschuppe des Menschen darstellt. Dieselbe findet sich auch in den Dornfortsätzen der Rückenwirbel derjenigen

[55]) Der Primordialschädel der Säugethiere und des Menschen. Zurich 1846. S. 28.

Thiere, deren obere Bogenstücke eine ungewöhnliche Länge erreichen, wie bei den Rindern und Pachydermen [56]); sie entspricht daher nicht einem selbstständigen Wirbelelement, sondern einem überzähligen (Owen würde sagen „teleologischen") Knochenkern der oberen Bogenstücke und kann nicht den sekundären Dornstücken der Fischwirbel verglichen werden, welche am Schädel des Menschen und der meisten Säugethiere noch über dem primordialen Schuppentheil liegen und das wahre, ursprünglich ebenfalls stets paarige, interparietale (Goethe's os lambdoideum) darstellen. Auch der primordiale Schuppentheil entsteht wenigstens bei den höheren Wirbelthieren constant aus einer paarigen Ossification, entsprechend dem paarigen Auftreten der oberen Bogenstücke bei allen Wirbelthieren, was sich aus der unverhältnissmässigen Entwickelung des Schädels und Gehirns beim Menschen und den Säugethieren erklärt. Dabei ist nicht zu übersehen, dass auch der erste Halswirbel des Lachses, wie ich [57]) gezeigt habe, keine Dornstücke besitzt, sondern blos aus den primordialen oberen Bogenstücken gebildet ist und dadurch von den anderen Wirbeln des Lachses verschieden ist, welche besondere Dornstücke besitzen.

Auf die weitere Frage, ob sich am Schädel des Lachses etwa Deckstücke finden, welche als untere Dornstücke betrachtet werden können, ist zu erwiedern, dass das sogenannte sphenoideum basilare, welches sich den unteren Bogenstücken des Hinterhauptwirbels anschliesst, kaum eine andere Deutung zulässt, wenn man berücksichtigt, dass die beim Lachse und anderen Thieren bis jetzt an der Wirbelsäule beobachteten unteren Dornstücke alle unpaar sind. Dagegen können die occipitalia externa Cuv. 4 auf keinen

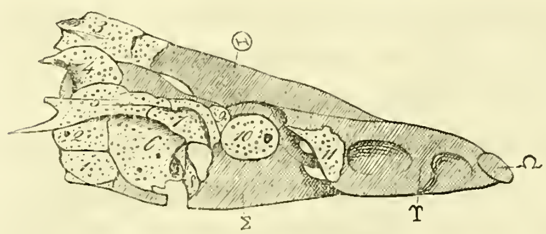
---

[56]) Beiträge a. a. O. S. 61, 144.

[57]) Osteologie des Lachses. S. 38. Brühl (Pflanzengarten. Wien 1856. S. 6) betrachtet zwar den unvollständigen ersten Halswirbel zahlreicher Knochenfische als einen Bestandtheil des Hinterhaupts, weil er bei Ostracion auf dem os basilare zu ruhen scheint; allein, wie ich wenigstens bei Ostracion cubicus sehe, hat hier eine Synostose zwischen Hinterhauptbein und erstem Wirbelkörper stattgefunden, so dass kein Grund vorhanden ist, das getrennte obere Bogenstück dieses Wirbels zum Schädel zu rechnen. In andern Fällen, z. B. bei Heterotis niloticus, verschmilzt das freie Bogenstück selbst mit dem Hinterhaupt, ohne meiner Ansicht nach aufzuhören, ein Bestandtheil der Wirbelsäule zu sein. Bei Perca und vielen Acanthopterygiern findet sich der obere Bogen des ersten Halswirbels zwar von seinem Körper getrennt, allein an seiner natürlichen Stelle; bei Salmo dagegen ist ein vollkommen freies, überzähliges Bogenelement zwischen Hinterhaupt und Wirbelsäule eingeschaltet, welches auf dem ersten Wirbelkörper, vor den eignen Bogenstücken desselben, seinen Sitz hat, während es bei Megalops, Thynnus, Elops und mehreren Clupeiden nach Brühl auf der Facette des Hinterhaupts ruht. Diese verschiedenen Fälle müssen wohl von einander unterschieden werden, berechtigen aber gewiss nicht zur Annahme eines neuen bisher unbekannten Schädelelementes, so wenig als die zuweilen vorkommende Verwachsung des Atlas mit dem Hinterhaupt beim Menschen.

Fall einen Platz im Hinterhauptwirbel finden, denn sie mit Owen[58]) als Parapophysen aufzufassen, ist nicht zulässig, da sich in der Thierreihe sonst keine selbstständigen Querfortsätze finden und in diesem Falle die unteren Querfortsätze über den oberen Bogenstücken ihren Sitz haben müssten.

Fig. 4. Primordialschädel des Lachses.



Als zweites Schädelsegment wird von Owen[59]) bei Morrhua das sphenoideum basilare e, ala magna 6, orbitale posterius 7 und parietale a beschrieben. Dass das erstgenannte trotz seiner sekundären Natur kein Wirbelkörper sein kann, geht schon daraus hervor, dass es bei Salmo trennbar unterhalb des occipitale inferius liegt, welches einem unverkennbaren facettirten Wirbelkörper besitzt. Es kann daher nur als unpaares unteres Dornstück einer oder mehrerer Kopfwirbel angesehen werden. Dass die paarigen Stücke 6, welche sich nach vorn an das occipitale inferius anschliessen, keinesfalls als grosse Flügel anzusehen sind, sondern dem ganzen hinteren Keilbein der höheren Thiere entsprechen, habe ich schon in meiner Osteologie des Lachses erörtert und wird durch die Austrittsstellen der Nerven des fünften Paares zur Gewissheit. Zwar fehlt ihnen die ringförmige Ossification der Chorda, welche noch am Hinterhauptwirbel einen facettirten Wirbelkörper bildet, allein es ist nach Vogt[60]) unzweifelhaft, dass die chorda ursprünglich bis zur Hypophysis und über den Keilbeinkörper hinaus reicht, und wie ich[61]) mich beim Hühnchen und neuerdings[62]) bei Batrachiern überzeugt habe, scheint das Zurückweichen der Chorda, durch überwiegendes Wachsthum der knorpligen Umhüllungen im Laufe der Entwickelung, allgemeine Regel zu sein. Hier tritt also der Fall ein, dass die verschmelzenden Bogenschenkel den Wirbelkörper bilden, wie es bei den höheren Wirbelthieren die Regel ist, und dass, wie beim Keilbein der höheren Thiere, bleibend getrennte Ossificationen zwischen oberen und unteren Bogenstücken (Flügelfortsätzen) nicht vorhanden sind. Die petrosa 5 (mastoidea Cuv.) mit Owen als Parapophysen hierherzuziehen, ist aus denselben Gründen wie beim Occipitalwirbel

---

58) A. a. O. p. 92.

59) A. a. O. p. 93.

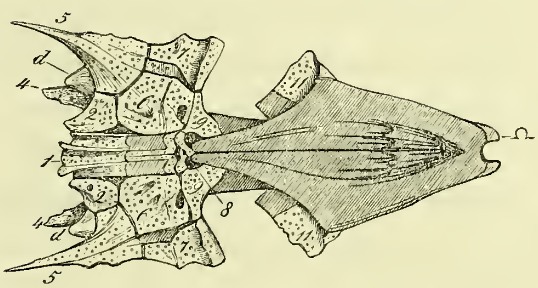
60) Embryologie a. a. O. p. 111. Fig. 166.

61) Beiträge a. a. O. S. 28.

62) Würzburger naturwissenschaftliche Zeitschrift II. S. 187.

nicht thunlich; dagegen erscheinen als weitere, paarige Ossificationen dieses Schädelsegmentes die Müller'schen orbitalia posteriora 7, primordiale Theile, die keinesfalls mit Cuvier als „démembrements“ des sekundären Stirnbeins aufgefasst werden können. Sie bieten die grösste Schwierigkeit des Fischschädels, welche jedoch in der eigenthümlichen Entwickelung des Primordialschädels in dieser Gegend einerseits und dem Auftreten der Schädelfontanellen andrerseits, welches ihre obere Vereinigung hindert, ihre Erläuterung findet. Sie können entweder als accessorische Ossificationscentra, ähnlich dem primordialen Theil der Hinterhauptschuppe, noch zum Keilbeinwirbel gezogen werden oder nach Stannius[63]) mit den mastoidea und petrosa zusammengestellt und den Sinnesknochen beigezählt werden, obgleich sie an der Umhüllung des Gehörorgans nur einen sehr geringen Antheil nehmen. Als kleine Dornstücke sekundären Ursprungs schliessen sich endlich, wiewohl beim Lachse durch die Schläfenbeine und den Schläfenknorpel vom übrigen Wirbel getrennt, die geringen Scheitelbeine an, die nicht nur vor, sondern auch zum Theil noch über dem occipitale superius liegen.

Fig. 5. Untere Ansicht des vorigen.



Der dritte Schädelwirbel, welcher beim Lachse vom sphenoideum anterius 8, den alae orbitales 9 und den Stirnbeinen b (als oberen Dornstücken) gebildet wird, dürfte den geringsten Widerspruch erleiden. Entsprechend der Verjüngung der Wirbelsäule an dieser Stelle und der höheren Lage der alae orbitales kommt es nicht zur Bildung besonderer Ossificationen für den Schuppentheil, welcher durch den permanenten Stirnknorpel Θ dargestellt wird und mit dem Schuppentheil des Hinterhaupts direct zusammenhängt. Der unpaare vordere Keilbeinkörper 8 erinnert in auffallender Weise an die Ypsilonförmigen unteren Bogenstücke der Schwanzwirbel, entbehrt aber wie der hintere Keilbeinwirbel der Facette; die Fusion ist wie am occipitale inferius 1 eine mediane. Mit Owen[64]) die frontalia posteriora 7 hierherzuziehen und als Parapophysen zu deuten, ist aus gleichen Gründen, wie bei den mastoidea und petrosa, unthunlich.

Einen vierten oder gar einen fünften Kopfwirbel anzunehmen, muss sehr bedenklich erscheinen, da Niemand bis jetzt die chorda dorsalis bei einem Wirbelthiere mit deutlichen Schädelrudimenten über das vordere Keilbein hat hinausreichen sehen.

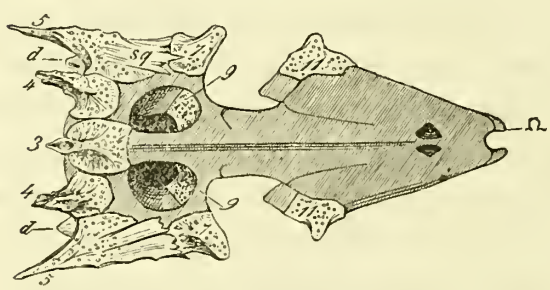
---

63) A. a. O. S. 38.

64) A. a. O. p. 96.

Doch lässt sich nicht verkennen, dass dieser Theil des Schädels, wenn man die zunehmende Verkümmerung des Schädels in Anschlag bringt, noch eine gewisse Annäherung an den Wirbeltypus verräth. Der verknöcherte Theil 10 der Orbitalscheidewand (das ethmoide cranien Agassiz) würde dann die oberen, der knorpelige untere Theil Σ derselben, im Anschluss an das sphenoideum anterius, die verschmolzenen unteren Bogenstücke darstellen. Vomer f und Nasenbein c entsprechen nach Lage und Verbindung den oberen und unteren Dornstücken. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der mittlere scheidewandartige Theil des Riechbeins bei allen Wirbelthieren von den eigentlichen Geruchsorganen oder Labyrinthen zu unterscheiden und meist deutlicher gesondert ist, als bei den Fischen, deren Geruchsorgan so wenig entwickelt ist. Keinesfalls und aus denselben Gründen, die beim sphenoideum basilare angegeben wurden, kann der Vomer mit Owen[65]) als Körper dieses rudimentären Wirbels angesehen werden, da er ein unten aufliegender Deckknochen ist, und noch weniger die frontalia anteriora 11 als dessen Neurapophysen, da sie an der Umschliessung des Gehirns gar keinen Theil nehmen.

Fig. 6. Derselbe von oben.



Mit dem Ethmoideum beginnt beim Lachse ein neuer Abschnitt des Schädels, welcher an der Umschliessung des Gehirns nur hinten einen beschränkten Antheil nimmt und als übermässig entwickelter Schnauzentheil der höheren Thiere aufzufassen ist. Die darin auftretenden Ossificationen 11, die frontalia anteriora Cuv., liegen so isolirt und so weit nach aussen, dass an eine Zusammenstellung mit Wirbeltheilen nicht zu denken ist. Ihre Lage am vorderen Rand der Orbita, deren vordere innere Wand sie bilden, welche bei höheren Thieren von der lamina papyracea des Siebbeins gebildet wird, weist darauf hin, dass sie den seitlichen Theilen des Siebbeins entsprechen und dieselben Theile sind, welche bei den Batrachiern das unpaare ethmoideum (os en ceinture Cuvier) zusammensetzen. Der Verlauf der Riechnerven, die Lage der Riechgruben, welche die undurchbohrten Nasenhöhlen der Fische repräsentiren, und die ungeheure Entwickelung des permanent knorpeligen Nasentheils beim Lachse, lassen darüber keinen Zweifel. Sie sind daher den Sinnesorganen zuzuzählen, deren, entsprechend den drei Schädelwirbeln und den drei Hauptabtheilungen des Gehirns, beim Lachse, wie bei

65) A. a. O. p. 98.

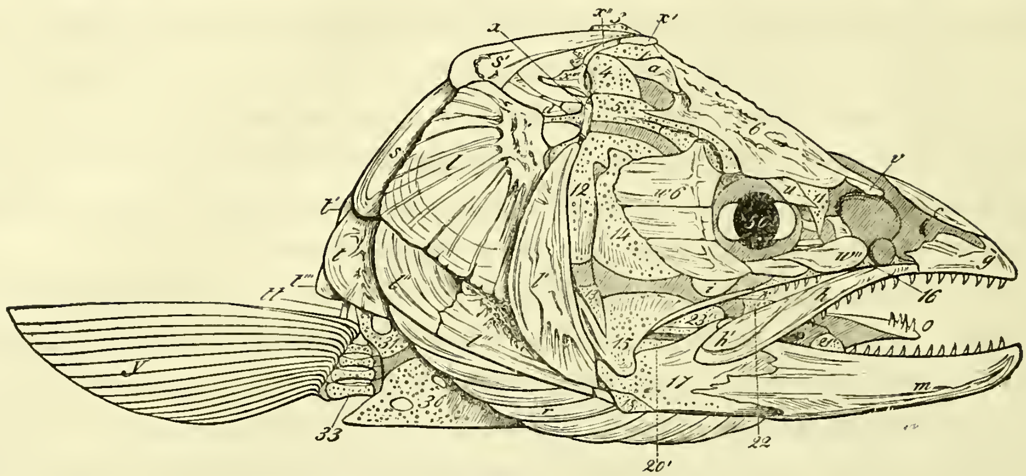
allen Wirbelthieren, drei Paare vorhanden sind. Alle diese sind mit knorpeligen und knöchernen Umhüllungen versehen, die als eigenthümliche Anfügungen des Schädels jedoch nicht dem Wirbeltypus entsprechen und an der Wirbelsäule bei keinem Wirbelthier ein Analogon haben. Auch ist es bekannt, dass das Schläfenbein, welches beim Menschen noch einen beträchtlichen Antheil an der Umschliessung des Gehirns nimmt, diese Function zum Theil schon bei den Säugethieren aufgibt und bei den niedersten Wirbelthieren (Cyclostomen) sogar ganz davon ausgeschlossen ist.

Zwischen Hinterhaupt und hinterem Keilbein ist das Gehörorgan des Lachses zu suchen, für welches Owen[66]), da er die betreffenden Theile zu den Wirbeltheilen zählt, bei den Fischen keine Ossification übrig hat, als den Cuvier'schen rocher d (occipitale posterius Agassiz), einen kleinen Deckknochen an der hinteren Schädelfläche, der sich nur in dieser Classe findet und zur Befestigung der vorderen Extremität dient. Es finden sich jedoch beim Lachse zwei sehr beträchtliche Ossificationen, welche Theile des Primordialschädels sind und den grössten Theil des Gehörorgans enthalten, wiewohl nicht an der Umschliessung des Gehirns Theil nehmen, diejenigen nämlich, welche von mir als petrosum 5 und mastoideum 4 (mastoideum und occipitale externum Cuv.) bezeichnet worden sind und dieselbe Lage, wie bei allen Wirbelthieren, behalten haben. Eine Andeutung einer Schläfenschuppe kann in der schuppenartigen Auflagerungsplatte sq des ersteren gesucht werden, deren Natur als selbstständiges Deckstück jedoch zweifelhaft ist. Schwerer ist der Nachweis eines tympanicum, da bei den Fischen kein Trommelfell und keine Paukenhöhle vorhanden ist. Der einzige sekundäre Knochen der dabei in Betracht kommen könnte und auch von Anderen schon so gedeutet wurde, ist das praeoperculum l', welches als Deckstück des Unterkiefersuspensoriums erscheint, aber weder in seiner Gestalt, noch in seiner Funktion beim Lachs eine Aehnlichkeit mit dem Paukenring der höheren Thiere hat und dessen Bedeutung ich daher vorläufig dahin gestellt lasse. Mit grösserer Sicherheit lässt sich über das Schicksal der Gehörknöchelchen bei den Fischen reden, wovon unten das Nähere. Dass der processus styloideus des menschlichen Schläfenbeins mit dem Gehörorgan Nichts zu thun hat, bedarf keiner Erinnerung; dagegen muss hervorgehoben werden, dass das häutige Labyrinth der Fische, insbesondere die halbcirkelförmigen Canäle, wie schon Vogt bei der Forelle nachgewiesen, beim Lachse aus wahrem Knorpelgewebe gebildet sind und daher nicht fibröse, sondern, wie das Folgende, knorpelige Wände haben.

---

66) A. a. O. p. 102.

Fig. 7. Schädel des Lachses mit allen Deckknochen.



Das zweite Sinnesorgan, dessen knorpelige Kapsel 50 beim Lachse zum Theil verknöchert, aber ausser Verbindung mit dem Schädel bleibt, gehört dem Sehnerven, der, wie bei den höheren Wirbelthieren, durch das vordere Keilbein austritt. Als zugehörige Deckstücke müssen die Knochen des Orbitalrings w und das supraorbitale u betrachtet werden, von denen bei den höheren Thieren nur das Thränenbein übrig geblieben ist, dessen Lage der des ersten Infraorbitalknochens w′ entspricht.

Die vorderste Stelle des Schädels nimmt endlich das ebenfalls paarige Riechorgan ein, welches den Raum vor dem vorderen Keilbein neben der Orbitalscheidewand jederseits ausfüllt. Zu ihm gehören, wie erwähnt, die orbitalia anteriora 11, welche, in Verbindung mit den zwischen und vor ihnen liegenden knorpeligen Theilen φ, dem ethmoideum der höheren Thiere entsprechen. Als Deckknochen finden sich die olfactiva Agassiz (turbinalia Stannius) v, welche nicht mit Geoffroy und Owen[67]) den turbinalia der höheren Thiere verglichen werden können, die stets primordiale Theile sind. Ausserdem wären, wenn man nur 3 Kopfwirbel annimmt, das nasale c und der vomer f hierherzuziehen, welche jedoch beide mit dem Riechen Nichts zu thun haben.

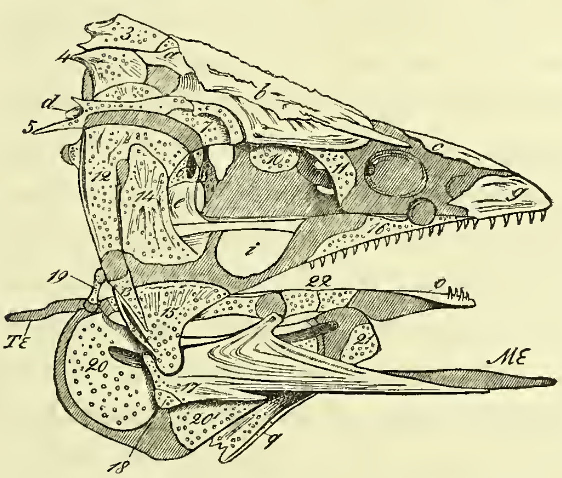
Am wenigsten lassen sich die Anhänge der Kopfwirbel beim Lachse in dem Schema unterbringen, welches Owen vom Fischwirbel aufgestellt hat. In der That können die Cuvier'schen Gaumenbeine 16 nicht als Pleurapophysen des Nasenwirbels betrachtet werden, da sie beim Lachse, wie ich[68]) gezeigt habe, integrirende Theile des Quadratbeins sind; noch weniger die Oberkiefer h als Haemapophysen, weil sie Deck-

[67]) A. a. O. p. 100.

[68]) Osteologie des Lachses. S. 8.

knochen sind und als Deckknochen auf ihren Pleurapophysen auftreten würden. Von dem von mir beschriebenen Stützknorpel Ω des Zwischenkiefers g, der demselben als Suspensorium dient und ihn mit dem Schädel verbindet, ist gar nicht Rede. Das kleine Knochenstück h′ ferner, welches Agassiz als supramaxillare beschreibt, ist keine Schleimröhre, wie Owen[69]) glaubt, und ganz irrig ist es, dass die beiden pterygoidea (unser zygomaticum k und palatinum i) bei den Salmoniden mit den Gaumenbeinen untrennbar verschmolzeu seien. Owen's aus 6 paarigen Knochen bestehender arcus palato-maxillaris kann daher keineswegs einem unteren Wirbeldorn des Lachses, selbst mit Einschluss der Thoraxtheile, verglichen werden.

Fig. 8. Kiefergerüste und Zungenbein des Lachses.



Noch misslicher verhält es sich mit dessen arcus tympano-mandibularis[70]). Dann wenn auch das articulare superius 12 (temporale Cuv.) wegen seiner Articulation am Schädel einer Rippe ähnlich zu sein scheint, so spricht doch beim Lachse Nichts für eine Zusammensetzung aus zwei Theilen, wodurch die gleichzeitige Suspension zweier Eingeweidebögen, des Unterkiefers und Zungenbeins, erklärlich werden soll; auch wird die Schwierigkeit, die übrigen Theile des Gaumengerüstes, namentlich das symplecticum 13, articulare inferius 15 und discoideum 14 (jugale und tympanicum Cuv.) unter dem Begriff einer Pleurapophyse zu vereinigen, nicht dadurch vermindert, dass dieselben sich beim Aal und Lepidosiren durch Verschmelzung auf zwei und selbst auf eins vermindern, wenn man nicht den ersten und besten Grundsatz der vergleichenden Osteologie aufgeben will, dass nämlich nicht die empirischen Knochen, sondern die Knochenelemente, d. h. die urspünglich getrennten morphologischen Einheiten des Scelettes zu zählen sind.

Owen[71]) selbst hat den Unterschied zwischen einfachen und zusammengesetzten Knochen, je nachdem dieselben aus einem oder aus mehreren Centren ossificiren, treffend hervorgehoben und unter den letzteren wieder homologische (welche getrenn-

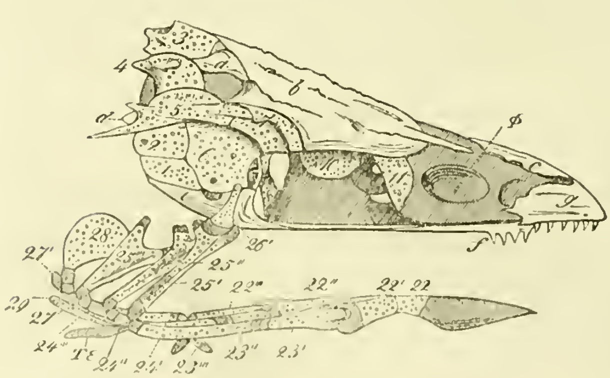
---

[69]) A. a. O. p. 108.
[70]) A. a. O. p. 110.
[71]) A. a. O. p. 38.

ten Knochen bei anderen Thieren entsprechen) und teleologische (welche nach dem Bedürfniss der Art blos das Wachsthum erleichtern) unterschieden. Diese Unterscheidung erhält erst dann eine sichere Grundlage, wenn man zuerst zwischen ursprünglich getrennten Sceletttheilen und später auftretenden Knochenkernen unterscheidet. Auch in dem Auftreten der letzteren herrschen allgemeine Regeln, die sich besonders nach dem Umfang und der Figuration der knorpeligen Theile richten; unter den sogenannten Verschmelzungsprodukten aber sind die der primordialen Knochenkerne und der selbstständigen Deckknochen streng auseinander zu halten, wenn man sich nicht in die sonderbarsten Widersprüche verwickeln will.

So besteht der Unterkiefer beim Lachse aus einem cylindrischen primordialen Theil (dem Gelenkstück 17 mit dem Meckel'schen Knorpel Mc) und einem Deckstücke, dem dentale Cuv. m; er würde also wohl für sich einem unteren Wirbelbogen verglichen werden können, der aus dem unteren Bogenstück in Verbindung mit einem sekundären Dornstück besteht. Dabei würde aber auf die besondere Ossification des Cuvier'schen angulare 18, auf die wahrscheinlich synostische Supraangularschuppe 17^a und auf das innere operculare n des Lachses keine Rücksicht genommen sein. Eine solche Annahme würde ferner zu dem Resultate führen, dass die Haemapophyse dieses Wirbels gelenkig am Ende der Pleurapophyse nach Owen (des Suspensoriums) befestigt wäre, demnach eine völlige Umkehrung des an der Wirbelsäule stattfindenden Verhältnisses verlangen. Am meisten Beifall dürfte sich noch die freilich sehr unbestimmte Vergleichung der Kiemendeckelstücke mit den Fleischgräthen als „divergirender Anhänge" der Wirbelsäule gewinnen, da sie beide sekundäre Sceletttheile sind, doch soll darauf kein weiteres Gewicht gelegt werden.

Fig. 9. Kiemengerüste des Lachses.



Der dritte oder Zungenbeinbogen besteht nach Owen[72]) aus dem styloideum 19 als Pleurapophyse, dem Zungenbein 20 als Haemapophyse und der Copula 22 als Schlussstück, zu welchen sich die radii branchiostegi r als „diverging appendages" gesellen. Diese Deutung nähert sich einigermassen der seit den bekannten Untersuchungen von

[72]) A. a. O. p. 114.

Reichert [73]) und Rathke [74]) über die Kiemenbögen und das Zungenbein der Wirbelthiere in Deutschland üblichen, wornach die embryonalen Kiemenbogen und die darin auftretenden knöchernen Theile den Rumpfrippen entsprechen. Rathke selbst vergleicht das Kiemengerüste der Knorpelfische einem „Halskorb", rechnet es znm Zungenbein und nennt dieses ein „complicirtes", obgleich unter den Knochenfischen, z. B. bei Muraena, der Fall vorkommt, dass die Kiemenbögen zum Theil an der Wirbelsäule liegen, wie es bei den andern Wirbelthieren und schon bei den fischartigen Batrachiern der Fall ist.

Diese Anschauungsweise hat für mich besonders dadurch an überzeugender Kraft gewonnen, da ich [75]) mich überzeugte, dass die sogenannten Rippenknorpel der Säugethiere und des Menschen, gleich den ossa sternocostalia der Vögel, ursprünglich getrennte, selbstständige Stücke sind, dass also in allen Wirbelthierclassen Rücken- und Bauchrippen wirklich vorhanden sind und dass die letzteren die constante Verbindung mit der vorderen Copula (dem Brustbein) herstellen, während die ersteren ebenso constant mit der Wirbelsäule in Verbindung sind. Man muss jedoch gestehen, dass das Zungenbein- und Kiemengerüste der Fische diesem Schema nur dann entspricht, wenn man anerkennt, dass den eigentlichen Rumpfwirbeln der Fische ohne Ausnahme die Bauchrippen und das Brustbein ganz fehlen, dass aber für die Kopfwirbel, einschliesslich der rippenlosen Halswirbel, beim Lachse in dem Zungenbein-Kiemengerüste nicht weniger als 6 Eingeweidebögen vorhanden sind, die nach dem Typus des Thorax der höheren Thiere gebaut sind. Wie die Eingeweidebögen des letzteren bestehen die Kiemenbögen der Fische aus zwei unter einem starken Winkel beweglich verbundenen Schenkeln 24, 25, 27, 28, 29 und einer Copula 22; ein minutiöser Beobachter könnte sogar in dem von mir am vierten Kiemenbogen des Lachses beschriebenen gerstenkornartigen Knorpelchen 27′ die Spur eines os-uncinatum der Vögel wiederfinden.

Abweichend von den höheren Thieren ist dagegen das Auftreten oberer und unterer Gelenkstücke 23 und 26 an den drei ersten Kiemenbogen, so wie am Zungenbein des Lachses 21, während auf das Erscheinen mehrfacher Knochenkerne 20 und 20′ in den Hörnern des letzteren weiter kein Gewicht zu legen ist. In ersterer Beziehung müssen die Angaben von Rathke [76]) und Vogt [77]) im Auge behalten werden, dass jeder Bogen

[73]) J. Müller's Archiv. 1837. S. 142, 204.

[74]) Anatomisch-philosophische Untersuchungen über den Kiemenapparat und das Zungenbein der Wirbelthiere. 1832. S. 33, 103.

[75]) Beiträge a. a. O. S. 15.

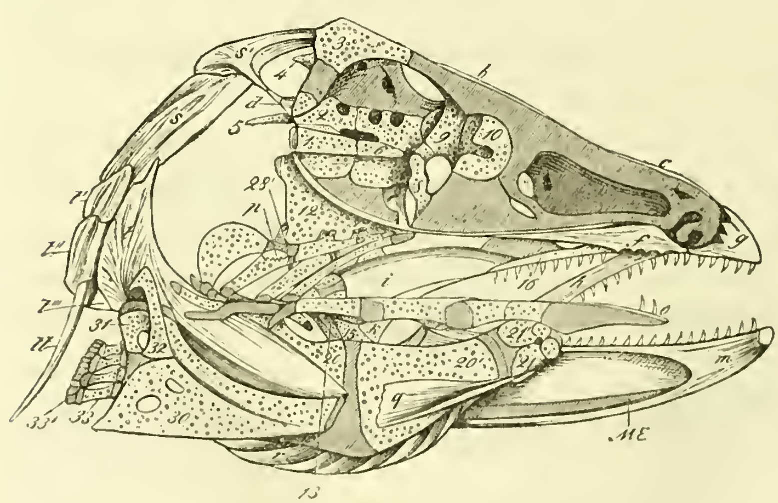
[76]) A. a. O. S. 1, 11, 114.

[77]) A. a. O. p. 129.

ursprünglich einen ungegliederten Knorpelstreif darstelle, dessen Gliederung erst mit der Ossification erfolgt, und dass eine solche nachträgliche Gliederung durch Schwinden eines Theils der primordialen Anlage am Zungenbein des Menschen und mehrerer Säugethiere nachweislich vorkömmt. Es fragt sich nun, ob alle 4 Glieder des späteren Kiemenbogens durch solche Abgliederung entstanden sind oder ob vielleicht die in verschiedener Richtung verlaufenden Glieder ursprünglich schon getrennt sind. Nach Vogt's Abbildungen scheinen in der That obere und untere Bogenschenkel schon im knorpeligen Zustand gesondert, die unteren Gelenkstücke aber ursprünglich integrirende Theile der letzteren zu sein; auch gibt es, wie ich gezeigt habe, beim Lachse permanent knorplige Glieder 28′, so dass jedenfalls die Verknöcherung nicht die alleinige Ursache der Abgliederung ist.

Dass die Copula 22, welche schon Bojanus dem Brustbein verglichen hat und welche nach Vogt gleich einem Brustbein der höheren Thiere ursprünglich ein einziges continuirliches Knorpelstück ist, kein unteres Dornstück nach Owen sein kann, so wenig wie das Brustbein der höheren Thiere, unterliegt keinem Zweifel. Es kann daher nur als eine ungeheuerliche Idee erscheinen, wenn Owen[78]) die erste der darin auftretenden Ossificationen sammt dem Zungenbein als Haemapophyse des Scheitelwirbels ansieht, den integrirenden Rest mit den Ossificationen 22′, 22″ und 22‴ sammt den sämmtlichen Kiemenbögen aber zum „Eingeweidescelett“ rechnet und ihnen nur die Bedeutung „der kieferartigen, zahntragenden Stücke im Magen des Krebses“ zugesteht; denn dies heisst wohl nicht Schwierigkeiten heben, sondern sie bei Seite schaffen.

Fig. 10. Medianschnitt des Lachsschädels mit der vorderen Extremität von innen.



Als vierten zum Schädel gehörigen unteren Bogen betrachtet Owen den Schultergürtel und zwar sollen suprascapulare s′ und scapula s Cuv., welche beide Deckstücke sind, zusammen die Pleurapophyse, die clavicula t (humerus Cuv., coracoideum Owen), welche ebenfalls ein Deckstück

78) A. a. O. p. 117.

ist, die Haemapophyse darstellen, deren unteres Ende bei den meisten Fischen durch eine ligamentöse Symphyse vereinigt werde. Als divergirender Anhang erscheine die Brustflosse, welche den radii branchiostegi und Kiemendeckelstücken entspreche.

Hier scheinen mir alle Prinzipien der vergleichenden Anatomie aufzuhören, denn ein complicirter Apparat, aus primordialen und Deckstücken in wechselnder Zahl gebildet, wie die vordere Extremität, kann nicht einem einzelnen oder selbst einer Reihe von Deckstücken, wie die Kiemenhautstrahlen oder Fleischgräthen, verglichen werden, die an der Wirbelsäule entschieden neben den Extremitäten vorhanden sind. Die Gründe, welche Owen[79]) weiterhin von der Insertion des Seitenmuskels am Schultergürtel hernimmt, genügen nicht, um letzteren den Rippenbögen des Rumpfes zu vergleichen, da dieser Muskel sich an seinem Ende offenbar auch an ungleichartigen Theilen befestigt, die ihm auf seinem Wege begegnen. Auch glaube ich, dass die grosse Mehrzahl der Anatomen eher geneigt sein wird, die Vergleichung der Extremitäten mit den Rippen aufzugeben, als die mit den Extremitäten der höheren Thiere, deren differente Natur, weil sie zum Theil an den Rippen selbst befestigt sind, offenkundig ist.

Es scheint mir auch kein Gewicht darauf gelegt werden zu können, wenn Owen[80]) weiterhin die rudimentären Beckenknochen der hinteren Extremität der Fische als Haemapophysen eines unvollständigen Bogens ansieht, da sämmtliche Rumpfwirbel, zu denen sie gerechnet werden könnten, bereits mit Haemapophysen versehen sind.

Der Hauptfehler der Owen'schen Auffassung liegt, wie man sieht, darin, dass er Haemapophysen oder untere Bogenstücke an einer anderen Stelle sucht, als in unmittelbarer Verbindung mit der Wirbelsäule. Die grösste Entfernung, welche sich die Haemapophysen vom allgemeinen Wirbeltypus erlauben, findet sich bei den Edentaten, Cetaceen, Raubthieren und Affen, deren rudimentäre untere Bogenstücke nicht an den Wirbeln selbst, sondern an den ligamenta intervertebralia sitzen. Owen beschreibt in einer neueren Abhandlung[81]) an den Halswirbeln fossiler und lebender Reptilien sogenannte Keilstücke (wedge bones), welche gleich den erwähnten unteren Dornen der Säugethiere zwischen je zwei Wirbeln sitzen, nach seinen Abbildungen aber auch als blosse Fortsätze der Wirbelkörper auftreten, und bildet aus diesen Theilen ein neues Wirbelelement, welches er[82]) als Hypapophysis bezeichnet.

---

79) A. a. O. p. 124.
80) A. a. O. p. 126.
81) Annals a. a. O. 1847. p. 217.
82) Ebend. 1849. p. 448.

Eine solche Bezeichnung würde sich vielleicht für jene mittleren unpaaren Leisten rechtfertigen lassen, welche sich an den Rückenwirbeln mancher Vögel und Säugethiere, z. B. beim Hasen, finden und welche wahrscheinlich blosse Fortsätze und Auswüchse der Wirbelkörper sind; die erwähnten getrennten und vollkommen selbstständigen Elemente an den Halswirbeln fossiler Reptilien aber sind offenbar nichts Anderes als rudimentäre untere Bogenstücke und mithin den Haemapophysen beizuzählen.

Die Rolle der unteren Bogenstücke geht auch bei den Fischen nicht über die Umschliessung der grossen Gefässstämme hinaus. Schon das Herz, als Centralorgan des Gefässsystems, verhält sich als Eingeweide der Brusthöhle und wird nicht von den unteren Bogenstücken umschlossen, was daraus hervorgeht, dass bei manchen Fischen, z. B. bei Thynnus, an einem grossen Theil, bei Centrotus gunellus nach Hyrtl[83]) sogar an allen Rumpfwirbeln, die unteren Bogenstücke zu unteren Spitzbogen vereinigt sind. Beim Karpfen findet sich diese Vereinigung nicht nur am dritten Halswirbel, wo es nur zur Nahtbildung kömmt, sondern auch am Hinterhauptwirbel, dessen unterer Dorn von den unteren Bogenstücken, wie es scheint ohne Betheiligung eines sekundären Deckstücks, gebildet wird. Die unteren Bogenstücke sind ferner, wie oben gezeigt wurde, auch im Primordialschädel des Lachses enthalten; unpaare untere Dornstücke finden sich im os sphenoideum basilare und vomer wieder und selbst bei den Säugethieren gehen, wie ich[84]) wenigstens beim Rinde gesehen habe, in die Zusammensetzung des Schädels primordiale Elemente ein, welche nur als rudimentäre untere Bogenstücke betrachtet werden können und das Vorkommen der unteren (äusseren) Flügelfortsätze am Keilbein des Menschen erklären.

Sehr gewagt scheint es mir, die Kiefer, welche grösstentheils aus Deckstücken bestehen, mit Owen auf den Wirbeltypus zurückführen zu wollen, da davon an der Wirbelsäule Nichts zu finden ist. Man hat drei Paare derselben zu unterscheiden, welchen sämmtlich primordiale Theile zur Unterlage dienen, nämlich den Zwischenkiefer g mit seinem Stützknorpel Ω, den Oberkiefer h mit dem zahntragenden, primordialen Gaumenkiefer (palatinum Cuv.) 16, welcher bei Salmo ein integrirender Theil des Quadratbeins ist, und den Unterkiefer m mit dem Meckel'schen Knorpel Mc. Nur der letztere gestattet eine Vergleichung mit einer Sternalrippe, wobei zu beachten ist, dass er nicht am Schädel, sondern an einem selbstständigen Stücke, dem Quadratbein, articulirt, in

---

83) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. 1849. II. S. 80.

84) Beiträge a. a. O. S. 17.

welchem bei den Fischen drei verschiedene Ossificationen (tympanicum 14, jugale 15 und palatinum 16 Cuv.) auftreten, und dass das Quadratbein selbst bei den Fischen erst durch ein weiteres selbstständiges Stück mit zwei Ossificationen (temporale 12, symplecticum 13 Cuv.) mit dem Schädel articulirt. Davon ist an der Wirbelsäule des Lachses nur ein sehr kleiner Theil zu finden, da an keinem Wirbel mehr als zwei, noch dazu unzweifelhaft einfache, Stücke auf jeder Seite, nämlich Haemapophyse und Rippe, zu finden sind.

Eher liesse sich eine Vergleichung mit den Theilen des Kiemengerüstes und Zungenbeins durchführen. Das articulare superius 12 (temporale Cuv.), an welchem das Zungenbein mittelst des rudimentären styloideum 19 articulirt, entspricht offenbar den articularia superiora der Kiemenbögen, der Meckel'sche Knorpel wurde so eben mit einem unteren Kiemenbogenschenkel (Sternalrippe) verglichen. Das Quadratbein in seiner Totalität würde dann einem oberen Bogenschenkel, der Stützknorpel Ω des Zwischenkiefers einem articulare superius entsprechen und auch untere Gelenkstücke finden sich, zwar nicht bei den Fischen, wie es scheint, aber bei den jungen Batrachiern, als mittlere, kleine Verbindungsstücke des knorpeligen Unterkiefers (des Meckel'schen Knorpels), die später mit dem letzteren zu einem Stücke zusammenfliessen. Die sekundären, zahntragenden Kiefertheile, insbesondere Oberkiefer, Zwischenkiefer und dentale maxillae inferioris würden den zahntragenden Deckplatten p und p' zu vergleichen sein, welche sich auf den Kiemenbögen des Lachses und der meisten Knochenfische in wechselnder Zahl finden. Gänzlich fehlen würde nur die Copula, der dem Brustbein oder Halsbein entsprechende Theil, der auch im Zungenbein aller Wirbelthiere noch vorhanden ist; und dieser Mangel ist es besonders, was mir die Deutung der Kiefern als thoraxartiger Theile bis dahin noch zweifelhaft macht.

Von diesen sämmtlichen Theilen bleiben bei den höheren Thieren nur die Deckknochen als Bestandtheile der Kiefer übrig, da die primordialen Theile, namentlich die verkümmerten Suspensorien des Unterkiefers, nach und nach in die Paukenhöhle der Säugethiere aufgenommen werden und zu den Gehörknöchelchen des Menschen herabsinken, während ein Ueberbleibsel des primordialen Gaumenkiefers bei den höheren Thieren in der unteren Muschel zu suchen ist, welche, obgleich ein primordiales Stück, in inniger Verbindung mit dem Oberkiefer bleibt. Dass dann auch die Deutung des transversum k und pterygoideum i Cuv. als zygomaticum und palatinum der höheren Thiere keinem Zweifel unterliegt, habe ich bereits in meiner Osteologie des Lachses erörtert.

Was endlich die vordere Extremität betrifft, so ist die Befestigung derselben am Schädel, wie sie bei den meisten Knochenfischen stattfindet, ein gutes Argument für die Vergleichung des Schädels mit der Wirbelsäule, beweist aber Nichts für ihre Uebereinstimmung mit den Rippen der Rumpfgegend oder gar mit den Kiefern, da die hintere Extremität ebenfalls häufig ihren Sitz wechselt und selbst an Rippen befestigt sein kann. Damit stimmt es auch ganz gut zusammen, dass die zur Verbindung mit dem Schädel der Fische dienenden Stücke, das suprascapulare s' und die scapula s Cuv., Deckstücke und offenbar in dieser Classe zu den übrigen Theilen des Extremitätengürtels hinzugekommen sind. Ich habe sie daher auch anders benennen müssen, als dies üblich ist, und that dies mit Bezug auf die feststehende Deutung der clavicula t, deren sekundäre Natur ich [85]) schon früher bei den höheren Thierklassen geltend machte, und die nun, nach den Wahrnehmungen bei dem Lachse, wohl in der ganzen Reihe der Wirbelthiere als Deckknochen nachgewiesen ist, den Knorpelfischen aber fehlt. Die Zahl der Stücke, welche mit Extremitätentheilen der höheren Thiere verglichen werden können, vermindert sich dann freilich sehr und man wird zu der Ansicht geführt, dass bei den Fischen die eigentlichen Armknochen ganz fehlen und die Hand (Brustflosse) unmittelbar am Extremitätengürtel (Schulterblatt) inserirt, in welchem sich dieselben drei Ossificationen (acromion 30, coracoideum 32 und angulare scapulae 31), wie bei den höheren Wirbelthieren, wieder finden.

Diese Deutung, welche sich fast von selbst darbietet, wenn man sich an den einfachen anatomischen Befund der Lage und Verbindung hält, hatten auch die meisten älteren Beobachter, namentlich Artedi [86]) und Gouan [87]), welcher letztere das Schulterblatt schon richtig bestimmt hat. Autenrieth [88]) nannte die Brustflosse der Fische sehr richtig „eine Hand“, wenn er aber weiterhin zur Erläuterung beifügt, dass im menschlichen Embryo die Hand als eine Papille früher hervorsprosse als der Arm, der dieselbe dann weiter vorschiebe, so gilt dies nur von der allgemeinen indifferenten Anlage des gesammten Organs, welche auch in andern Fällen nicht genug von der viel späteren Entwickelung der betreffenden Scelettheile unterschieden wird. Ich [89]) habe bereits nachgewiesen, dass beim Rinde die mittleren Scelettheile der Extremität,

---

[85]) Zeitschrift fur wissenschaftliche Zoologie IV. S. 371.

[86]) Ichthyologia. Lugd. Bat. 1738. p. 39.

[87]) Histoire nat. des poissons. Strasbourg 1770.

[88]) Archiv von Wiedemann. 1800. II. 2. S. 99.

[89]) Beiträge a. a. O. S. 15.

d. h. die langen Röhrenknochen, zuerst, die centralen und peripherischen Theile, nämlich Extremitätengürtel und Phalangen, viel später auftreten und dass ersterer erst sehr spät mit der Wirbelsäule in Verbindung tritt. Bakker[90]) (welcher glaubte, dass die clavicula wegen ihrer unverhältnissmässigen Grösse bei den Fischen den humerus mit enthalte, und diesen hypothetisch zusammengesetzten Sceletttheil Coenosteon nannte, den primordialen Extremitätengürtel oder das ächte Schulterblatt aber für ein Verschmelzungsprodukt der Knochen des Vorderarms hielt, welcher Ansicht viele Spätere gefolgt sind) führt das Beispiel einer menschlichen Missgeburt an, bei welcher in Folge mangelhafter Ausbildung der Armknochen nicht nur die Flexoren des Arms und der Finger, sondern auch der pectoralis major, minor und latissimus dorsi am carpus inserirten, und Aehnliches wird auch von neueren Schriftstellern berichtet. In diesem Falle war aber noch ein knorpeliges Rudiment von Armknochen vorhanden, was seiner Deutung nicht günstig ist.

Die übrigen Ansichten, welche in der verdienstvollen Dissertation von Mettenheimer[91]) zusammengestellt sind, weichen hauptsächlich in der Benennung der einzelnen, im primordialen Extremitätengürtel auftretenden Ossificationen von einander ab, worin sie im Allgemeinen die fehlenden langen Röhrenknochen des Arms zu finden glauben. So lange jedoch nicht nachgewiesen ist, dass dieselben ursprünglich wirklich getrennt vorhanden sind, sind alle diese Deutungen ohne eigentliche Grundlage und mehr oder weniger willkürlich.

Eine Andeutung von Röhrenknochen, welche an den Vorderarm der höheren Thiere erinnert, findet sich bekanntlich bei Lophius und Polypterus, allein diese Theile entsprechen offenbar dem carpus 33 der übrigen Knochenfische, bei denen sich, wie ich[92]) gezeigt habe, auch Spuren eines Metacarpus 33′ vorfinden. Es liegt die Annahme näher, dass der Carpus bei den genannten Fischen nur aus 2 cylindrischen Knochen bestehe, zu welchen bei Polypterus noch ein mittleres scheibenförmiges Stück hinzutritt.

Hinsichtlich der am Schädel vorkommenden Schleimröhrenknochen x, welche sich bekanntlich auch auf die Wirbelsäule erstrecken, habe ich dem in meiner Osteologie des Lachses Gesagten nichts weiter beizufügen.

Aus allen diesen Gründen glaube ich mit Blainville[93]), dass zwischen

---

[90]) Osteographia piscium. Groning. 1822. S. 11, 226.

[91]) De membro piscium pectorali. Berol. 1847. 4.

[92]) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XI.

[93]) Bulletin des Sciences. 1817. Isis. 1818. II. S. 1418.

äusseren Anhängen der Wirbelsäule, welche durch eine besondere Copula verbunden sind (oder Rippen), solchen, welche blos durch Symphyse oder Synostose sich vereinigen (Kiefern) und den ganz freien (oder Extremitäten) unterschieden werden muss und dass diese verschiedenartigen Anhänge des Scelettes, denen sich noch die im Fleische steckenden Gräthen der Knochenfische und die eigentlichen Hautknochen anschliessen, unter einander nicht alle in dem Owen'schen Sinne homolog sind.

Man sieht aber auch, wie viel hier noch, insbesondere in embryologischer Beziehung, zu thun ist und es kann daher wohl als möglich hingestellt werden, dass sich unter diesen Gruppen, insbesondere zwischen Kiefern und Thorax einer- und zwischen Kiefern und Extremitäten andererseits noch Beziehungen und Uebereinstimmungen herausstellen werden, die sich gegenwärtig noch nicht begründen lassen; insbesondere wenn es gelingt, noch fernere Elemente der zusammengesetzten Knochen nachzuweisen und damit die wahre Zahl der Sceletttheile in den einzelnen Wirbelthierklassen festzustellen.

Das wichtigste Ergebniss unserer Untersuchung wäre demnach die völlige Uebereinstimmung des Schädels mit der Wirbelsäule des Lachses in Bezug auf Zahl und Anordnung der Theile, so weit sich dieselben am erwachsenen Thiere erkennen lassen. Diese Uebereinstimmung lässt sich besonders an den drei hintersten Kopfwirbeln bis ins Einzelne nachweisen, doch sind die einzelnen Wirbelsegmente des Schädels desto unvollständiger und unentwickelter, je mehr sie sich dem vorderen Leibesende nähern. Ein sekundärer Wirbelkörper ist, als einfache Facette, nur am Hinterhauptwirbel vorhanden, während die Körper der weiter nach vorn gelegenen Schädelwirbel, wie die Wirbel der höheren Thierklassen, nur durch die Vereinigung der primordialen Bogenstücke gebildet werden. Vollständig vorhanden sind aber die Deckknochen oder oberen und unteren Dornstücke, welche auch an dem vierten, rudimentären Nasenwirbel nicht fehlen.

Der Schädel differirt von der Wirbelsäule, abgesehen von der verschiedenen Grösse und Gestalt einzelner Theile, hauptsächlich darin, dass die einzelnen Wirbelsegmente desselben nicht durch Synchondrose oder ligamenta intervertebralia verbunden, sondern in ein continuirliches Knochenstück durch primordiale Fusion verschmolzen sind. Dies ist

kein Character des Lachses oder der Knochenfische, sondern ein allgemeiner und wesentlicher Character des Wirbelthierschädels (Primordialschädels) überhaupt, der beim Fischschädel nur durch das Ausfallen der gesonderten, sekundären Wirbelkörper erreicht werden kann. Diese mangelnde Gliederung und daher rührende Unbeweglichkeit der Wirbelsegmente des Schädels entspricht vollkommen der Entwicklung des Gehirnes, dessen allseitige Volumszunahme, in Verbindung mit der Ausbildung der Sinnesorgane, im Vergleich zu der einförmig cylindrischen Gestalt des Rückenmarks nicht für die Beweglichkeit der einzelnen Glieder eingerichtet ist und eine freie Gliederung der knöchernen Kapsel jedenfalls unwirksam machen würde.

Es ist bekannt, dass eine solche Fusion mehrerer Wirbel keineswegs auf den Schädel beschränkt ist, sondern in verschiedenen Wirbelthierklassen und Ordnungen an sehr verschiedenen Stellen der Wirbelsäule eintreten kann, wodurch jedesmal eine Unbeweglichkeit an dieser Stelle erzielt wird (Halswirbel der Rochen und Cetaceen, Rückenwirbel der Schildkröten und Vögel, Kreuzbein der Säugethiere, Steissbein des Menschen). Keine Stelle der Wirbelsäule ist daher von einer solchen Fusion ausgeschlossen, der Schädel ist nur derjenige Theil, wo sie allen Wirbelthieren gemeinsam ist.

In Bezug auf die mangelnde Ausbildung gesonderter Wirbelkörper am Fischschädel ist endlich die frühe Verkümmerung der chorda dorsalis an dieser Stelle in Betracht zu ziehen, in deren Scheide sich der sekundäre Wirbelkörper bildet. Von besonderem Interesse ist es, dass auch an der Halswirbelsäule der Rochen nicht nur der sekundäre Wirbelkörper, sondern die chorda selbst fehlt, und dass bei den höheren Thieren, wo an der ganzen Wirbelsäule kein gesonderter Wirbelkörper mehr auftritt, die chorda in ihrer ganzen Ausdehnung bis auf geringe Reste frühzeitig untergeht und eben dadurch die der äusseren scelettbildenden Schicht angehörigen Bogenstücke zu stärkerer Entwickelung disponirt werden.

Von diesem Gesichtspunkte aus fallen selbst die frappantesten Thatsachen unter gleiche allgemeine Gesetze und es erhebt sich die typische Gestalt des Wirbelthieres in immer grösserer Klarheit über den Variationen der einzelnen Arten.

II. Abtheilung. Aufzählung der Seeletttheile des Lachses nach der Art ihrer Zusammensetzung.

Obgleich ich bereits in dem allgemeinen Theile meiner Osteologie des Lachses die Merkmale auseinandergesetzt habe, durch welche sich einfache und zusammengesetzte Knochen von einander unterscheiden lassen, und die Gründe dafür theils bei der Beschreibung der einzelnen Sceletttheile hervorgehoben, theils in den Figuren durch den verschiedenen Farbenton angedeutet habe, so war es doch meine Absicht, zum Schlusse sämmtliche Sceletttheile noch einmal übersichtlich zusammenzustellen und so weit als thunlich die Elemente des Sceletts, zum Zwecke künftiger Vergleichung mit andern Wirbelthieren, nachzuweisen.

Versuche der Art sind schon öfter und schon vor ziemlich langer Zeit gemacht worden. Geoffroy St. Hilaire[94]), von der Ansicht ausgehend, dass die Natur immer mit denselben Materialien arbeite und nur deren Formen ändere, hatte zuerst die Idee, dass man bei Vergleichung des Schädels der höheren und niederen Wirbelthiere die Knochenkerne des menschlichen Fötus zählen müsse, und kam dabei zu dem Resultate, dass die Knochen der Hirnschaale bei den Fischen um die Hälfte weniger zahlreich seien als beim Menschen. Er glaubte daher, dass zwar alle Wirbelthiere nach demselben allgemeinen Plane (modèle) gebaut seien, dass aber jede Abtheilung, z. B. die Vögel, ihren besonderen sekundären Typus haben.

Cuvier[95]) hat diese Idee später vollständig gebilligt, obgleich er in mehreren Einzelheiten von Geoffroy abweicht, und schliesst mit folgenden Worten: „je considère mes resultats comme une suite de ceux qu'a découverts M. Geoffroy, sans les travaux duquel je n'aurais probablement pu arriver à cette généralité qui me parait definitive. Les rapports observés par M. G. entre la structure de la tête osseuse dans les 3 classes demeurent les mêmes, soit qu'on nomme à sa manière ou à la mienne le petit nombre des os sur lequel nous différons.“

Geoffroy, welcher demnach als der Urheber der „special homology“ angesehen werden kann, wie Oken der Vater der „serial homology“ ist, ging jedoch später viel weiter und es ist bekannt, dass dann die beiden Freunde und Collegen auch in prinzipieller Hinsicht weit auseinander gingen. Er bezeichnet es[96]) als seine Lebensaufgabe,

---

[94]) Annales du Musée d'hist. nat. X. 1807. p. 344, 360.

[95]) Ebendaselbst XIX. 1812. p. 123.

[96]) Mémoires du Musée. IX. p. 71. XI. p. 421.

nicht nur den gleichförmigen Plan (plan uniforme) und die Elemente (matériaux primitifs) der Organisation nachzuweisen, um daraus die grosse Zahl der Knochen im Fischkopfe zu begreifen (dieses „inextricable forêt de petits os“ nach Artedi), sondern er nimmt auch[97]) eine Normalzahl der Schädelknochen an, die bei allen Species, mit sehr seltenen Ausnahmen, dieselbe sei. Ja später, als der offene Streit ausgebrochen war, ist ihm[98]) die gleiche Zahl der Theile für alle Apparate bei allen Thieren eine Sache, die sich von selbst versteht („pour moi c'est un fait nécessaire et je le tiens à priori pour un fait avéré, car pour cela que cet à priori manquât à l'esprit, qu'il suggère, il faudrait un miracle“).

Ich führe diese Stellen an, um zu zeigen, wo der Irrthum lag, der Geoffroy's so anerkennenswerthe Bestrebungen für die Wissenschaft fast ganz verloren gehen liess oder wenigstens ihre richtige Würdigung um Jahrzehnte hinausgeschoben hat. Man darf dabei nicht vergessen, dass der Streit zwischen Geoffroy und Cuvier zuletzt ein rein persönlicher geworden und dass es nicht das erstemal war, wo Geoffroy in seinem Feuereifer, von richtigen Beobachtungen ausgehend, mehr behauptete, als er selbst später aufrecht hielt. Denn es kann wohl kaum als eine ernstgenommene wissenschaftliche Theorie angesehen werden, wenn er zur Rechtfertigung seines übertriebenen Ausspruchs ein Maximum und Minnimum der Entwicklung annimmt, welches jeder Sceletttheil in der Thierreihe erreiche und welches letztere in einzelnen Fällen „auf Null“ harabsinken könne.

Es erfordert wahrlich nicht mehr, als eine vollständige Kenntniss des Wirbelthierbaues, wie wir sie heute besitzen, und den guten Willen, das Wahre zu finden, um den guten Kern der Geoffroy'schen Lehre von ihren Uebertreibungen zu sondern. Soll man die zahlreichen neuen Thatsachen verkennen, welche Geoffroy entdeckt und welche Andere gerne benützt haben? Soll man sich die Vortheile der synthetischen Methode entgehen lassen, weil sie in der Anwendung auf einzelne Fälle um viele Jahrzehnte zu früh gekommen ist? Soll man noch hinzufügen, wie weit Geoffroy von den Lehren der deutschen Naturphilosophie entfernt war, die nicht von der Zoologie, sondern von der Physik ausging und von der er schwerlich eine nähere Kenntniss gehabt hat?

Es ist jetzt eine allgemein anerkannte Thatsache, dass die verschiedenartigsten Sceletttheile, welche ursprünglich knorpelig vorgebildet sind, in diesem Zustande per-

97) Annales des sciences nat. III. 1824. p. 497.

98) Nouvelles Annales du Musée. II. 1833. p. 6.

manent verharren können, wie dies Geoffroy[99]) und nach ihm Cuvier schon von einzelnen derselben angegeben. Aehnliches gilt von manchen häutigen Theilen (ich erinnere an die clavicula der Raubthiere, die Schaambeine des Delphins u. a.), welche morphologisch und physiologisch die Stelle von knöchernen Theilen bei manchen Thieren vertreten, weil die knorpelige oder knöcherne Einlagerung gar nicht oder nur unvollkommen zur Entwickelung gekommen ist. Dadurch wird die Verminderung eines Theils „jusqu'au zéro d'existence“ verständlich. Nehmen wir aber hinzu, dass die Zahl der Knochenkerne, wie namentlich J. Müller[100]) hervorgehoben hat, keineswegs immer der Zahl der ursprünglich gesonderten, knorpeligen Scelettanlagen entspricht, also vermehrt sein kann, ohne dass die Zahl der Sceletttheile vermehrt ist, so wird man zugeben, dass die Frage nach den „Elementen“ des Scelettes, welche Geoffroy St. Hilaire zuerst gestellt hat, heut zu Tage eine viel concretere Form angenommen hat und nicht mehr einen Gegenstand der „anatomie philosophique“ und „transcendente“, sondern der vergleichenden Anatomie und Embryologie und die wissenschaftliche Grundfrage der vergleichenden Osteologie bildet.

Wie in allen inductiven Wissenschaften hat sich der Fortgang der comparativen Anatomie nicht in einer stetigen, graden Linie fortbewegt, sondern in mannigfachen Zickzackbiegungen mit einseitigen Excursionen, aber auch mit weit über das Ziel schiessenden Riesensprüngen, die nachher wieder schrittweise nachgeholt werden mussten. Dass dies so war, mag für die Zeitgenossen, die der Früchte verlustig gingen, betrübend gewesen sein; mir scheint die Zeit gekommen, wo wir uns derselben erfreuen dürfen und wo es Pflicht ist, gerecht zu sein. Man erwäge, was zu Anfang des Jahrhunderts über Entwicklung der Wirbelthiere bekannt war, man erwäge den Zustand der vergleichenden Anatomie vor Cuvier und man wird es weniger befremdend finden, dass so grossartige Arbeiten dennoch so vieler Resultate entbehrten und dass der Schlüssel zu massenhaften Thatsachen oft erst viel später gefunden wurde.

Für die vergleichende Osteologie war die Entdeckung des Primordialschädels ein solcher Schlüssel, ein fundamentales Phänomen, für welches freilich nicht ein einzelner, sondern eine Reihe von Entdeckern zu nennen ist, bis Jacobson schliesslich zur Theorie des Primordialschädels gelangte. Wie vieles ist dadurch heller geworden und

---

99) Derselbe hat sogar, wie er (Annales des sciences nat. VI. 1825. p. 329) beiläufig bemerkt, schon angefangen, „um vollständige Scelette zu haben“, die knorpeligen Theile in Holz nachbilden zu lassen und die Modelle neben den Sceletten und auf demselben Brette aufzustellen.

100) Myxinoiden. I. S. 164.

mit welcher Schonung wird man nun geneigt sein, die älteren Versuche in der Vergleichung von niederen und höheren Thieren, von Menschen und Schildkröten, von Knorpel- und Knochenfischen u. s. w. zu beurtheilen, mit welcher Bereitwilligkeit das grosse Verdienst von Arbeiten anerkennen, wie sie Cuvier über den Oberkiefer der Fische und über das Brustbein der Vögel, Geoffroy über den Vogelschädel, über den Schädel der Gavials, über die Anencephalen u. A. geliefert haben!

Es lag nur in dem normalen Gange der Forschung, wenn selbst nach der Entdeckung des Primordialschädels und nach den grossen Fortschritten der Histologie und Entwickelungsgeschichte noch eine geraume Zeit verging, ehe man anfing, die Anwendung davon auf das ganze Scelett zu machen und damit das Entwickelungsgesetz für alle Wirbelthierscelette festzustellen. Von dieser Anwendung hängt aber, wie ich bereits vor 10 Jahren [101]) ausgesprochen habe, der fernere Fortschritt der vergleichenden Osteologie hauptsächlich ab und sie ist es, die ich mir auch in meinen neueren Arbeiten zur Hauptaufgabe gemacht habe.

Wie ich glaube, wird dieser Zweck am besten dadurch erreicht werden, dass die empirischen Scelette einzelner Hauptrepräsentanten aus sämmtlichen Wirbelthierclassen mit möglichster Vollständigkeit beschrieben werden, andererseits aber auch die Entwicklungsgeschichte derselben planmässig durch alle Stadien hindurch verfolgt wird. Was in dieser Beziehung vorliegt — so schätzbare Materialien darunter sind —, sind doch sehr zerstreute Bruchstücke, die nur mit grosser Vorsicht zu einem systematischen Ganzen verbunden werden können. In den vorhandenen Lehrbüchern und Monographien über Entwickelungsgeschichte wird das Scelett in der Regel mit der wenigsten Vollständigkeit behandelt und selbst für das menschliche Scelett gilt die Verwunderung Nesbitt's [102]), „dass es noch Niemand unternommen, eine genaue Nachricht von der Zeit, wann, und von der Art, wie jedes Bein und seine verschiedenen Theile zunehmen und sich verändern, von der Zeit der Geburt an bis zu ihrer Reife zu geben; weil so eine Nachricht schlechterdings nothwendig ist, den osteologischen Theil der Zergliederungskunst vollständig zu machen“, heute, nach mehr als 100 Jahren, noch ganz in gleichem Maasse und nicht blos die Zergliederungskunst ist dabei interessirt.

Von diesen Gesichtspunkten aus habe ich die Beschreibung des Lachses unternommen und kann nur bedauern, dass es mir bis dahin nicht möglich gewesen ist,

---

[101]) Beiträge a. a. O. S. 9.

[102]) Osteogenie. Altenburg 1733. Vorrede S. 3.

auch die Entwickelung dieses Fisches in Bezug auf sein Knochengerüst zu verfolgen. Ich bin überzeugt, dass darnach wenige ungelöste Fragen mehr an dieses Scelett zu stellen sein würden. Glücklicherweise wird dieser Mangel durch die Gliederung des Scelettes einigermassen ausgeglichen, das bei den Fischen, wie Geoffroy ganz richtig geahnt hat, hauptsächlich desshalb so reich an einzelnen Theilen ist, weil die Zahl der zusammengesetzten Knochen verhältnissmässig sehr gering ist. Ja es kann kein Zweifel sein, dass dem Fischscelette sogar manche Theile fehlen, welche höheren Thieren zukommen und dass daher die grösste Zahl der Knochen keineswegs immer auf das vollständigste Scelett hinweist.

Wie in der Gesammtorganisation der Thiere, so stellt es sich auch beim Knochenbau heraus, dass eine gewisse Summe indispensabeler und characteristischer Organe bei jeder grösseren oder kleineren Gruppe der Wirbelthiere in Anwendung kömmt. Eine Anzahl Anderer ist weniger wesentlich und variabel, noch mehr die Ausbildung und Verwendung, welche die einzelnen Theile in verschiedenen Abtheilungen erfahren.

Die Zahl der Theile, welche einzelnen Unterabtheilungen, Gattungen oder Species ganz ausschliesslich und eigenthümlich sind, ist ausserordentlich gering; die allerwenigsten sind einer ganzen Classe ausschliesslich eigen und bei allen Repräsentanten derselben constant. Nur die erste Anlage der Wirbelsäule, die chorda dorsalis, ist allen Wirbelthieren ohne Ausnahme gemeinsam.

Constanter ist die Lage (der Platz nach Göthe), die Verbindung und im Allgemeinen auch die Verwendung derjenigen Theile, welche thatsächlich vorhanden sind und die Scelette der einzelnen Thiere zusammensetzen. Das Scelett folgt darin denselben allgemeinen Gesetzen der Organisation, wie alle Organe, welche in der Zoologie zur Classification verwendet werden, und es wird eine Zeit kommen, wo man die osteologischen Merkmale in der Zoologie viel ausgiebiger und mit grösserem Erfolge verwenden wird, als dermalen noch der Fall ist.

Ganz constant und unabänderlich ist, nach den dermaligen Erfahrungen, die Entwickelungsweise der homologen Theile und sie wird mit Recht in allen streitigen Fragen die letzte Entscheidung zu geben haben.

Nur im Hinblick auf diese so eminente Gleichartigkeit in der Entwickelung aller Wirbelthiere und auf das was bei sehr verschiedenartigen Fischen bereits Uebereinstimmendes ermittelt wurde, so wie mit Hinzuziehung der aus der Histologie und Entwickelungsgeschichte des Knochengewebes überhaupt gewonnenen Resultate, kann es

jetzt schon versucht werden, das Scelett eines erwachsenen Knochenfisches, dessen Gliederung sich durch Regelmässigkeit und Deutlichkeit der einzelnen Theile auszeichnet, zu deuten. Nur in diesem Sinne, mit Hinweisung auf die noch vorhandenen Lücken der Erfahrung und auf die Punkte, deren Ermittelung zunächst von Interesse wäre, wünsche ich nachstehenden Versuch beurtheilt zu sehen, der sonst als ein sehr voreiliger und nutzloser, ja schädlicher betrachtet werden könnte.

In der folgenden Tabelle sind die Scelettlheile des Lachses in der Reihenfolge und mit den Bezifferungen aufgeführt, wie sie in meiner Osteologie des Lachses aufgeführt sind. Die primordialen Theile sind mit Ziffern, die Deckstücke mit kleinen lateinischen Buchstaben, permanente Knorpeltheile mit Majuskeln bezeichnet. Der leichteren Vergleichung wegen sind die Deckstücke nicht unter einer besonderen Rubrik vereinigt, sondern zwischen den primordialen Theilen, zu denen sie gehören oder in deren Nachbarschaft sie liegen, eingeschaltet. Auch die Bezeichnungen sind die a. a. O. gebrauchten, welche in mehreren Fällen von den bisher üblichen abweichen, daher ich die allgemein bekannten Cuvier'schen Benennungen, wo sie abweichen, aber meiner dort begründeten Ansicht nach nicht beibehalten werden konnten, in Parenthese beigefügt habe. Mehrere Theile sind von Cuvier gar nicht benannt worden, was Sachkundige leicht erkennen werden. Alle abweichende Bezeichnungen sind leicht verständlich und ich hoffe darüber keinen Tadel zu vernehmen; doch erlaube ich mir hierüber noch eine kurze Betrachtung.

Das Bedürfniss einer guten Terminologie hat sich früh geltend gemacht, aber die Wege dazu können verschieden sein. Ich bin nicht der Meinung, dass eine solche auf dem Wege der Gesetzgebung erreicht werden wird, sondern dass die Noth dazu zwingen wird. Die bisherigen Versuche, eine ganz neue Terminologie auf Grund allgemeiner Voraussetzungen einzuführen (Geoffroy, Owen), scheinen dies zu bestätigen. Die Geoffroy'schen Namen, welche meistens aus adjectivisch gebildeten Präpositionen bestehen (épial, périal, paraal, kataal und zusammengesetzte, wie proépial, enépial, metapérial, procataal u. s. w.), leiden an einer tödtenden Monotonie, die das Gedächtniss um so weniger zu fixiren vermag, da sich mit den wenigsten ein bestimmter Begriff verbinden lässt. Wo dies der Fall ist und soweit sie überhaupt sprachlich verwendbar sind, haben sie zum Theil Eingang gefunden, wie sein stylohyal, urohyal, glossohyal, episternal u. a., und ich habe keinen Anstand genommen, im Nothfalle davon Gebrauch zu machen. Es kann sein, dass dies in späteren Perioden mit noch mehreren der Fall sein wird, wenn sich die Voraussetzungen, von denen er ausging, bestätigen sollten. Von Owen ist dies bereits in grösserem Maassstabe geschehen, doch ver-

meidet er die ganz bedeutungslosen Namen und bildet die neuen Namen vorzugsweise durch Vorsetzung von Präpositionen aus den allgemein üblichen, wie epitympanic, pretympanic, hypotympanic, mesotympanic u. s. w. Dies ist für neuentdeckte Knochen gewiss ein sehr empfehlenswerthes Verfahren, indem dadurch sogleich ihre Lage und selbst ihre nähere Beziehung zu einzelnen Sceletttheilen bezeichnet wird; bei allzuhäufiger Anwendung auf schon bekannte Sceletttheile aber entsteht derselbe Uebelstand, wie bei den Geoffroy'schen Benennungen. Es entsteht eine Verwirrung von gleich oder ähnlich benannten Theilen, deren Beziehung zu einander nicht immer feststeht und die man bis zu ihrer definitiven Feststellung wohl lieber mit den alten Namen bezeichnen wird, namentlich wenn der Hauptknochen, wie Owen's tympanicum, falsch gedeutet ist. Von einer einzelnen Thierclasse kann die Bestimmung ohnehin niemals ausgehen und wollte man dies, so würde wohl nur die menschliche Terminologie maassgebend sein können.

Man kann wohl, ohne Prophet zu sein, voraussagen, dass sich die in der menschlichen Osteologie von Altersher eingebürgerten Benennungen bis ans Ende aller Tage erhalten werden. Und mit Recht; denn prüft man sie genauer, so findet man, dass sie, so weit sie nicht dem allgemeinen Sprachschatz angehören, grösstentheils von der Lage und Verbindung hergenommen und also vollkommen rationell sind, wie Stirnbein, Scheitelbein, Schläfenbein, Keilbein, Hinterhauptbein, Gaumenbein, Nasenbein, Brustbein, Kreuzbein, Darmbein, Schaambein, Hüftbein, Wadenbein, Fersenbein, Mittelhand, Mittelfuss, Handwurzel u. s. w. Ein kleinerer Theil bezieht sich auf die äussere Gestalt, wie Schlüsselbein, Warzenbein, Pflugschaar, Muschel, Flügelbein, Hammer, Ambos, Steigbügel, Becken, Elle, Speiche, Kahnbein, Würfelbein, Hakenbein u. s. w., seltener auf das Gefüge, wie Felsenbein, Siebbein; nur wenige auf die Funktion, wie Thränenbein, Jochbein, Sitzbein, Sprungbein, Schienbein. Manche Benennungen drücken mehrere Charactere zusammen aus und gehören zu den besten, wie Schulterblatt, Kniescheibe. Die wenigsten sind gar nicht anatomisch, wie Heiligenbein, welches indessen ein populäres Synonymum hat.

Hierin liegen offenbar die Materialien einer sehr brauchbaren allgemeinen Terminologie und Cuvier hat wohl für eine junge Wissenschaft, deren Ziele von Anfang sehr weit gesteckt waren, das beste Theil erwählt, indem er ohne Weiteres die menschliche Terminologie auf die thierische übertrug. Die sämmtlichen Namen der ersten Categorie sind ohne Bedenken übertragbar und ächt comparativ; auch die meisten der zweiten Categorie, denn nur wenige Knochen, wie die Gehörknöchelchen, ändern ihre

Form in der Thierreihe so sehr, dass die Uebertragung absurd erscheinen könnte. Am wenigsten übertragbar sind die von der Funktion hergenommenen, denn was soll ein Thränenbein bei Thieren, die nicht weinen? ein Sitzbein denen, die nicht sitzen? ein Sprungbein denen, die nicht springen? Weniger Anstoss erregen solche Benennungen schon, wenn die lateinische Uebersetzung gebraucht wird, und vielleicht überwindet das wissenschaftliche Interesse mit der Zeit auch das Lächerliche, was in solchen Uebertragungen dermalen noch liegen kann. Dieses Interesse aber erweckt der Gedanke, dass sich auch in der Osteologie aller Wirbelthiere ein gemeinsamer Plan werde durchführen lassen, wie er der ganzen vergleichenden Anatomie zu Grunde liegt und für andere Organe von Niemand bezweifelt wird.

Cuvier, der offenbar von diesem Gedanken geleitet wurde, hat nur sehr wenige neue Namen geschaffen, ja er ist mehrfach in der Uebertragung menschlicher Termini zu weit gegangen und gesteht selbst, dass er mitunter nur aus Zwang, oder weil ihm kein anderer Name mehr übrig war, einen Knochen bei niederen Thieren als vorhanden angenommen habe, der keineswegs den Bedingungen entsprach, die man an Lage und Verbindung hätte machen können (wie sein Felsenbein bei den Fischen). In den Fällen, wo er neue Namen geschaffen, haben sie meistens rasch Eingang gefunden und sich erhalten, wie sein symplecticum, die Benennung der Unterkiefertheile und des Kiemendeckels. Auch war dies der Fall mit einzelnen späteren Erfindungen, wie Nitzsch's quadratojugale, Owen's pharyngobranchiale u. a., insofern damit zugleich das Wesen der Theile getroffen und die Uebertragung in andere Sprachen möglich war.

Meiner festen Ueberzeugung nach wird dies auch ferner der Weg sein, auf dem die Wissenschaft fortschreitet. Man wird sich durch stillschweigende Uebereinkunft das Gute aneignen, wo es nöthig ist, und die bei uns gebräuchlichen, von Cuvier seiner Terminologie zu Grund gelegten, Benennungen der menschlichen Anatomie, natürlich in lateinischer Uebersetzung und in adjectivischer Form, mit Voransetzung der Wörter os, cartilago, fibrocartilago u. s. w., werden, mit den durch die fortschreitende Wissenschaft unvermeidlichen Verbesserungen und Bereicherungen, nach und nach allen Anforderungen der vergleichenden Osteologie und des wissenschaftlichen Verkehrs entsprechen.

Indem ich nunmehr zur Aufzählung der Scelettheile übergehe, bemerke ich noch, dass die Differenzen zwischen diesen Zahlen und den in meiner Osteologie des Lachses (§. 1) angegebenen, namentlich in der 4. Rubrik, daher rühren, dass bei genauerer Prüfung eine Anzahl von Ossificationen als selbsständige berechnet werden mussten, die ich vorher noch als hypothetische betrachtet hatte.

Tabelle über die Scelettheile des Lachses
nach der Art ihrer Zusammensetzung.

Tafel-erklärung.	Benennung der Theile.	Zahl der Theile.	Primordiale Ossificationen.	Knorpelige Theile.	Freie Deckstücke.	Muthmassliche Synostosen.	Zahl der Elemente.
1	occipitale inferius		1			Wirbelfacette u. paarig?	3
2	„ laterale		2				2
3	„ superius		1			paarig?	
4	mastoideum (occipitale externum)		2				2
5	petrosum (mastoideum)		2			Einseitige Auflagerung	2
6	sphenoideum posterius (ala magna)	1	2				2
7	orbitale posterius (frontale posterius)		2				
8	sphenoideum anterius		1			paarig?	2
9	ala orbitalis		2				2
10	ethmoideum medium		1			mehrfach?	1
11	orbitale anterius (frontale anterius)		2				2
a	parietale	2			2		2
b	frontale	2			2		2
c	nasale (ethmoideum)	1			1	paarig?	1
d	occipitale posterius (petrosum)	2			2		2
e	basilare (spenoideum basilare)	1			1	paarig?	1
f	vomer	1			1		1
12	articulare sup. suspensorii (temporale)	2	2				2
13	symplecticum		2				
14	articulare inf. (jugale)		2				
15	discoideum (tympanicum)	2	2				2
16	palato-maxillare (palatinum)		2				

Tafel-erklärung.	Benennung der Theile.	Zahl der Theile.	Primordiale Ossificationen.	Knorpelige Theile.	Freie Deckstücke.	Muthmassliche Synostosen.	Zahl der Elemente.
17	articulare maxillae inferioris	2	2			Supraangularschuppe	4
18	marginale (angulare „ „)		2			mit sutura spuria	
Ω	cartilago intermaxillaris	2		2			2
g	intermaxillare	2			2		2
h	maxillare superius	2			2		2
h'	supramaxillare	2			2		2
i	palatinum (pterygoideum)	2			2		2
k	zygomaticum (transversum)	2			2		2
l	operculum	2			2		2
l'	praeoperculum	2			2		2
l''	suboperculum	2			2		2
l'''	interoperculum	2			2		2
m	dentale maxillae inferioris	2			2		2
n	operculare „ „	2			2	(einseitige Auflagerung?)	2
19	styloideum s. suspens. hyoidei	2	2				2
20	hyoideum posterius	2	2				2
20'	„ anterius		2				
21	articulare hyoidei ext.	2	2				2
21'	„ „ int.		2				
22	symbranchiale I	1	1			paarig?	1
22'	„ II		1			Einseitige Auflagerung.	
22''	„ III		1				
22'''	„ IV		1				
Tε	urohyale	1		1			1
o	supralinguale	1			1		1
23'–'''	articulare inf. arcus branch. I–III	6	6				6
24'–'''	ramus inf. „ „ „	6	6				6
25'–'''	„ sup. „ „ „	6	6				6
26'–'''	articulare sup. „ „ „	6	6				6
27	ramus inf. „ „ IV	2	2				2

Tafel-erklärung.	Benennung der Theile.	Zahl der Theile.	Primordiale Ossificationen.	Knorpelige Theile.	Freie Deckstücke.	Muthmassliche Synostosen.	Zahl der Elemente.
27'	cartilago triticea	2		2			2
28	pharyngeum superius	2	2				2
28'	articulare superius IV	2		2			2
29	pharyngeum inferius	2	2				2
p	epipharyngeum „	2			2		2
p'	„ superius	2			2		2
q	carina	1			1		1
r	radii branchiostegi	24			24		24
s	supraclaviculare I (suprascapulare)	2			2		2
s'	„ II (scapula)	2			2		2
t	clavicula (humerus)	2			2		2
t'	accessorium claviculae I	2			2		2
t''	„ „ II	2			2		2
t'''	„ „ III	2			2		2
tt	spiniforme (coracoideum)	2			2		2
u	supraorbitale	2			2		2
v	terminale (cornet)	2			2		2
w^{1-6}	infraorbitalia	12			12		12
x	supraoperculare	2			2		2
$x^{\prime-\prime\prime\prime}$	supratemporalia	6			6		6
30	acromion (cubitus)		2				
31	angulare scapulae (radius)	2	2				2
32	coracoideum		2				
33	carpus	8	8				8
33'	metacarpus	22		22			22
y	radii pinnales pectorales	56			56	sutura spuria am I. und meistens gegliedert	58
34	ossa innominata	2	2				2
35	tarsus	6	6				6
y	radii pinnales abdominales	42			42	gegliedert	42

Tafel-erklärung.	Benennung der Theile.	Zahl der Theile.	Primordiale Ossificationen.	Knorpelige Theile.	Freie Deckstücke.	Muthmassliche Synostosen.	Zahl der Elemente.
rr	fulcrum	2			2		2
36	interspinalia dorsalia	15	25				15
36′	supraspinalia	14	14				14
36‴	articularia „	14	28				14
z	radii pinnales dorsales	30			30	gegliedert	30
36	interspinalia analia	10	16				10
36‴	articularia „	9	18				9
z	radii pinnales caudales	24			24	gegliedert	24
36^{k-p}	interspinalia caudalia	6	6			mehrere synostotisch	6
36^{q}	articularia „	7		7			7
z	radii pinnales caudales	88			88	die Hälfte gegliedert	88
cp 1–2	corpus vertebrarum cervic.	2			2	4 crura inf. 38, 38′	6
37	crura sup. „ „	4	4			4 spinae dorsales	8
37′	„ „ atlantis	2	2				2
cp 3–26	corpus vertebrarum dors.	24			24		24
37	crura sup. „ „	48	48			48 spinae dorsales	96
38	„ inf. „ „	48	48				48
cp 27	corpus vertebrae lumb. I	1	4		1	2 crura sup. 2 spinae dors.	5
38	crura inf. „ „ „	2	2				2
cp 28–35	vertebrae lumbales	8	32		8	16 crura superiora 16 spinae dorsales 16 crura inferiora	56
40	costae	66	66				66
40′	cartilagines intermusculares	70		70			70
sp′	spinae „	66			66		66
cp 36	vertebra caudalis I	1	4		1	2 crura superiora 2 „ inf. 2 spinae dorsales 2 „ inf.	9

Tafel-erklärung.	Benennung der Theile.	Zahl der Theile.	Primordiale Ossificationen.	Knorpelige Theile.	Freie Deckstücke.	Muthmassliche Synostosen.	Zahl der Elemente.
cp 37–53	vertebrae caudales	17	68		17	?	153
cp 54–56	corpus vertebr. pinnae caud.	3			3		3
37	crura sup. „ „ „	3	3			6 spinae dorsales?	12
39	„ inf. „ „ „	3	3			6 „ inferiores 3 interspinalia	15
cp 57–58	corpus „ „ „	2			2		2
37′	crura sup. „ „ „	4		4			4
39	„ inf. „ „ „	3	6			6 spinae inferiores 3 interspinalia	15
cp 59	corpus vertebrae ultimae	1			1		1
ck′	lamina caudalis dorsalis	2			2	mehrfache spinae?	2
ck′′–′′′	spinae caudales dorsales	4			4		4
Ch	chorda dorsalis	1		1			1
Ch^n	cartilago terminalis	1		1			4
*	ossificationes tunicae propriae	10			10	Wirbelkörperelemente?	10
50 51	scleroticale anterius „ post.	2	2 2				2
		905	515	112	482		1214

Unter den hier aufgeführten Rubriken sind die 3. bis 6. an sich verständlich, da sie die einfachen Ergebnisse des anatomischen Befundes sind, dagegen können die beiden letzten (7. und 8.) Rubriken nur als hypothetische bezeichnet werden, so lange die Entwicklungsgeschichte die „muthmasslichen Synostosen“ nicht definitiv festgestellt hat. Wenn ich diese Rubriken gleichwohl aufgestellt habe, so that ich dies nur in der Ueberzeugung, dass mit derselben einmal begonnen werden muss, und mit Rücksicht auf die mehr oder minder deutlichen Merkmale, die mir eine langjährige Erfahrung an die Hand gegeben. In Bezug auf die grössere oder geringere Wahrscheinlichkeit dieser Synostosen (compound bones nach Owen) bemerke ich noch Folgendes:

Ad 1. Das occipitale inferius besteht nachweislich aus der sekundären Wirbelfacette, welche die chorda dorsalis umschliesst, und dem primordialen Hinterhauptbeinkörper, der sehr wahrscheinlich aus verschmolzenen unteren Bogenstücken entstanden ist.

Ad 3. Das occipitale superius entsteht bei den höheren Thieren aus zwei seitlichen Hälften, welche in der knorpeligen Anlage nicht von den oberen Bogenstücken oder seitlichen Hinterhauptbeinen geschieden sind, wohl aber eine besondere, ursprünglich paarige Ossification enthalten.

Ad 5. Das petrosum besitzt einen oberen schuppenartigen Theil, dessen Entstehung als selbstständiges Deckstück zweifelhaft ist.

Ad 6. Die Entstehung des sphenoideum posterius aus verschmolzenen oberen und unteren Bogenstücken mit ursprünglich gesonderten Ossificationen ist nach der Analogie mit dem Hinterhauptbein wahrscheinlich, wenn nicht das orbitale posterius dazu gehört.

Ad 8. Das sphenoideum anterius scheint nach der gabligen Form aus verschmolzenen unteren Bogenstücken entstanden zu sein.

Ad 10. Das ethmoideum medium ist nach hinten und innen in zwei seitliche Platten gespalten, deren Entstehung aus paarigen Anlagen annehmbar ist.

Ad c. Das nasale ist bei allen höheren Thieren und einigen Fischen (Esox) paarig.

Ad e. Das basilare ist durch einen tiefen vordern Einschnitt in zwei seitliche Hälften gespalten.

Ad 17. Der schuppenartige Theil des articulare maxillae inferioris ist höchst wahrscheinlich ursprünglich ein selbstständiger Sceletttheil (supraangulare).

Ad n. Das operculare maxillae inferioris ist wahrscheinlich nur einseitige Auflagerung auf dem Meckel'schen Knorpel, wie der processus folianus der höheren Thiere und des Menschen.

Ad 22. Es ist wahrscheinlich, dass die copula des Kiemen-Zungenbeingerüstes, wie das Brustbein der Menschen, ursprünglich aus zwei seitlichen Hälften entstanden ist.

Ad 30 — 32. Es ist nicht wahrscheinlich, dass die sogenannten Armknochen der Autoren ursprünglich getrennte Scelettanlagen sind; sie entsprechen vielmehr den drei Ossificationspunkten des Schulterblattes der höheren Thiere.

Ad y. Der erste Strahl der Brustflosse besteht nachweislich aus dem eigentlichen Flossenstrahl und einem primordialen, zum Handgelenk gehörigen Knöchelchen, das noch zum Theil knorplig und durch eine sutura spuria vom sekundären Strahl getrennt ist. Jeder Strahl hat ausserdem zwei völlig getrennte seitliche Hälften und getrennte Glieder, deren Zahl an der Schwanzflosse auf 80 steigt.

Ad 36. Nur die 10 vordersten ossa interspinalia dorsalia und 6 vordersten analia enthalten je 2 Verknöcherungspunkte (ossicula intermedia 36'').

Ad 36'''. Die ossa articularia der Rücken- und Afterflosse enthalten paarige

kleine Knochenkerne, welche vielleicht auf eine Entstehung aus seitlichen Hälften hindeuten.

Ad 36^{k-p} Die interspinalia caudalia m und n tragen Spuren synostotischer Dornstücke; die interspinalia o und p sind dagegen höchst wahrscheinlich Verschmelzungsprodukte mehrerer einfacher interspinalia unter einander und mit unteren Bogenstücken.

Ad cp 1 — 2. Die beiden ersten Wirbelkörper haben deutlich erkennbare synostotische untere Bogenstücke, die Körper selbst sind als einfache Elemente angenommen.

Ad 37. Die Dornstücke sind hier, wie an den sämmtlichen Rückenwirbeln, im grössten Theil ihres Verlaufs völlig von den Bogenstücken gesondert und nur am unteren Ende synostosirt. Ebenso verhält es sich an den beiden ersten Lendenwirbeln. Ausserdem bestehen alle Bogen- und Dornstücke aus völlig getrennten seitlichen Hälften.

Ad 38. Die übrigen Lendenwirbel sind in der äusseren Form mit den vorhergehenden ganz übereinstimmend und tragen deutliche Spuren von Synostosen zwischen Wirbelkörper und Bogenstücken, Bogenstücken und Dornstücken und zwischen den seitlichen Hälften der beiden letzteren.

Ad cp 36. Der erste Schwanzwirbel unterscheidet sich von den Lendenwirbeln durch das untere Dornstück, dessen Entstehung aus seitlichen Hälften bisher noch bei keinem Fische nachgewiesen wurde.

Ad cp 37 — 53. Ihre Zusammensetzung ist theils an Querschnitten nachweisbar, theils aus der Analogie mit dem ersten Schwanzwirbel erschlossen; sie enthalten höchstwahrscheinlich ausser den eigentlichen Bogenstücken noch synostotische Dornstücke.

Ad 39. Diese Theile sind offenbare Verschmelzungsproducte von unteren Bogenstücken und Dornstücken mit Flossenträgern.

Ad ck'. Dieses Deckstück könnte der Länge und Ausbreitung nach aus mehreren verschmolzenen Dornstücken bestehen.

Ad Ch^n. Das Schlussstück der chorda dorsalis ist wahrscheinlich Verschmelzungsproduct (primordiale Fusion) von rudimentären oberen und unteren Bogenstücken.

Was nun die osteologischen Eigenthümlichkeiten des Fischscelettes betrifft, so werden unter den Schädelknochen, welche den Fischen eigenthümlich sind und in keiner anderen Classe der Wirbelthiere vorkommen, in den Zusätzen zu Cuvier's vergleichender Anatomie[103]), welche von Fr. Cuvier und Laurillard herrühren, namhaft

[103]) Leçons a. a. O. II. p. 710.

gemacht: die infraorbitalia, supratemporalia, opercularia und das symplecticum, von welchen das letztere kein besonderer Knochen, sondern nur ein überzähliger Knochenkern ist. Den Fischen mit den Amphibien gemeinsam seien ausserdem das transversum und supraorbitale, von denen das erstere (unser zygomaticum) wohl allen Wirbelthieren zukömmt, das letztere aber ausserdem sich auch bei den Vögeln findet.

Darnach ist die Hoffnung, bei den Fischen grosse Abweichungen in der Zahl der Theile zu finden, nicht gross. Zieht man jedoch das ganze Scelett in Betracht, so stellt sich die Sache etwas günstiger, aber so, dass nur wenige Theile des Primordialscelettes, eine grössere Zahl der sekundären Sceletttheile den Fischen eigenthümlich sind, dass einige, die bei ihnen sehr ausgebildet sind, in andern Classen nur rudimentär auftreten, andere endlich, die in den übrigen Classen verbreitet sind, ihnen fehlen.

Osteologische Eigenthümlichkeiten der Fische, welche zur Characteristik der Classe benutzt werden können, sind demnach folgende:

a. Den Fischen ganz eigenthümlich:

1. Das Gerüste der unpaaren Flossen, welches zum Theil dem Primordialscelett angehört (die ossa interspinalia und articularia).

2. Die Lippen- und Gaumenknorpel, wohin der Stützknorpel des Zwischenkiefers gehört.

3. Das Auftreten besonderer Dornstücke an der Wirbelsäule.

4. Die eigenthümlichen Deckstücke des Kiemengerüstes (Kiemendeckel).

5. Der Orbitalring, von dem bei höheren Thieren nur das Thränenbein übrig bleibt.

6. Ein besonderer peripherischer Knochenapparat, der wahrscheinlich Sinnesorganen zur Stütze dient (peripherisches Nervenscelett nach Stannius), sogenannte Schleimröhrenknochen.

7. Das sekundäre Brustbein der Clupeen.

8. Das Auftreten sekundärer Phalangen (Flossenstrahlen).

9. Die Formation der Fleischgräthen (spinae intermusculares).

10. Die Befestigung der vordern Extremität am Schädel statt am Rumpfe mittelst eigenthümlicher Deckknochen, supraclavicularia und accessoria (suprascapulare, scapula und coracoidea Cuv.).

b. Bei den Fischen am vollständigsten ausgebildet, aber auch in andern Classen vorhanden sind:

1. Die unteren Bogenstücke an der ganzen Wirbelsäule, die in anderen Classen nur stellenweise und in rudimentärem Zustande da sind.

2. Das Zungenbein-Kiemengerüste (Halskorb), das nur bei den niedersten Amphibien und den Larven der Batrachier eine Analogie findet, rudimentär aber bei allen höheren Wirbelthieren vorhanden ist.

3. Der selbstständige Wirbelkörper, den die Fische mit den geschwänzten Batrachiern gemein haben.

4. Die aus der Paukenhöhle herausgetretenen Gehörknöchelchen, welche in den Kieferapparat übergegangen und zum Suspensorium des Unterkiefers entwickelt sind.

5. In Verbindung damit steht das Auftreten überzähliger und accessorischer Ossificationscentren, die in mehreren ursprünglich einfachen Sceletttheilen auftreten, welche bei den Fischen eine ungewöhnliche Entwickelung erreichen (teleological bones Owen). Dahin gehören:

Das symplecticum Cuv.

Das discoideum Rosenthal (tympanicum Cuv.)

Das palatomaxillare (palatinum Cuv.)

Das marginale maxillae inferioris (angulare Cuv.)

Die mehrfachen Knochenkerne des hyoideum.

Die symbranchialia.

Alle diese werden in der Zootomie herkömmlicherweise als besondere Knochen aufgeführt und sind daher in dem oben gegebenen Verzeichnisse der empirischen Knochen mitenthalten.

c. Als Mängel der Fische sind zu bezeichnen:

1. Der Mangel eines primordialen Brust- oder Bauchbeins und der Sternalrippen, bei mehr oder weniger vollständiger Umgürtung der Rumpfhöhle durch die Vertebralrippen.

2. Der Mangel der Arm- und Schenkelknochen (langen Röhrenknochen).

3. Die mangelnde Durchbohrung der Nasenhöhle bei den meisten Fischen.

4. Das Freiliegen des grössten Theils des Gehörorgans in der Schädelhöhle.

5. Der Mangel eines ausgebildeten Kreuzbeins, da die hintere Extremität der Fische, wie die vordere der meisten höheren Thiere, frei im Fleische liegt.

Hierzu kommen dann noch die Eigenthümlichkeiten der Gestalt, relativen Grösse und Ausbildung der einzelnen Sceletttheile, welche bisher schon als Unterscheidungsmerkmale einzelner Abtheilungen der Fischclasse benützt worden sind und deren Aufzählung hier unterbleiben muss. Ihr genaueres Studium bildet namentlich in physiologischer Beziehung ein grosses Interesse, da sie in der engsten Beziehung zur Lebensweise der Thiere stehen und eine viel grössere Mannigfaltigkeit darbieten, als die in

sehr engen Gränzen schwankende Zahl der Theile. Besondere Beachtung verdient das Wiederkehren gewisser Eigenthümlichkeiten des Baues bei sehr entfernt stehenden Thieren, wenn die Funktion die gleiche ist. Jedermann wird zugeben, dass z. B. die Extremitäten der Fische viel eher eine Vergleichung mit denen der Cetaceen und fossilen Saurier zulassen, als mit den ihnen sonst viel näher stehenden Batrachiern. Auch kann es nicht überraschen, wenn die Fische in anderer Beziehung, z. B. in ihrem Schädelbau, manchen Säugethieren ähnlicher sind, als den meisten Reptilien und den Vögeln. Wir erstaunen auch nicht, den Schädel aller Wirbelthiere in auffallend übereinstimmender Weise zusammengesetzt zu finden, obgleich die Zahl der Theile in einigen Wirbelthierclassen wechselt und die Form und Ausbildung derselben ins Unendliche geht.

Seit Cuvier wird es Niemanden mehr einfallen, in dem Thierreiche eine einzige fortlaufende Stufenreihe für die Entwickelung sämmtlicher einzelnen Organe sehen zu wollen. Jedes Organ entwickelt sich allerdings nach einem allgemeinen Typus und die verschiedenen Formen desselben lassen sich insofern unter ein allgemeines Schema bringen; aber die Variationen sind unendlich und die verschiedenen Stufen der Ausbildung für jedes Organ müssen aus sehr verschiedenen Abtheilungen des Thierreichs zusammengesucht werden.

Das Thier erscheint demnach als die Vereinigung einer gegebenen Anzahl von Organen oder Apparaten, welche nach Zahl, Anordnung und Ausbildung variiren können. Auf der verschiedenen Ausbildung einzelner Organe beruht hauptsächlich die Characteristik der Genera und Species; die Verschiedenheit der Zahl begründet hauptsächlich die Unterscheidung der Classen, die der Anordnung aber die grossen Abtheilungen des Thierreichs oder die Cuvier'schen Typen.

Wie bei allen andern Organen ist die Anordnung der vorhandenen Sceletttheile bei allen Wirbelthieren in der Hauptsache dieselbe; ihre Zahl variirt nur bei einzelnen Classen und zwar in namhafter Weise besonders in der Gliederung des sekundären Scelettes; die zahlreichsten Verschiedenheiten finden sich dagegen in der Ausbildung und gegenseitigen Proportion der einzelnen Sceletttheile innerhalb der Ordnungen, Gattungen und Arten. Ein Gesetz beherrscht alle Verschiedenheiten der Wirbelsäule sowohl als des Schädels und den Schlüssel dazu hat uns die Wirbeltheorie des Schädels gegeben [104]).

---

[104]) Ich kann nicht umhin, hier die Worte von Agassiz, eines Gegners der Wirbeltheorie, anzuführen, weil Niemand bündiger das grosse Verdienst Okens geschildert und weil die Zeit noch nicht da ist, wo

Zum Schlusse möge es mir gestattet sein, noch mit einigen Worten auf den Begriff zurückzukommen, den Owen mit dem Worte „Homologie“ ausdrückt, von dem er zuerst eine systematisch durchgeführte Anwendung gemacht hat.

Das Wort ist bekanntlich alt und von Geoffroy wird seine Einführung in die comparative Morphologie den deutschen Naturphilosophen zugeschrieben.

Oken[105]) sagte: um die Bedeutung (significatio) eines isolirten Organs zu finden, genügt es, dasselbe mit den analogen Theilen desselben Thieres zu vergleichen oder mit seines gleichen in einer anderen Wirbelthierclasse.

Geoffroy[106]) sagt dasselbe mit mehr Worten: Entweder vergleicht man in verschiedenen Thieren „des parties du même rang ou du même dégré dans l'ordre des développements (science dite des analogies); oder man vergleicht in demselben Thier „des choses qui n' appartiennent pas aux mêmes noeuds de développement, mais qui, consécutives dans la marche des formations, se conviennent néanmoins, en vertu du caractère de la nature organique, montrant une tendance à répéter ses premiers actes et à composer des appareils similaires (science des homologies).

Vorurtheile und Verdächtigungen aufgehört haben, wirksam zu sein. Diese Characteristik findet sich in einem bei uns wenig verbreiteten Werke (Contributions to the natural history of the united states of North-America. I. Boston 1857. p. 211) und lautet in wörtlicher Uebersetzung:

„Jetzt, wo die Strömung gegen Alles, was an die deutschen Naturphilosophen und ihr Wirken erinnert, so stark geht und es zum guten Ton gehört, von denselben übel zu reden, ist es eine gebieterische Pflicht für den unpartheilichen Beurtheiler der Geschichte der Wissenschaft, zu zeigen, wie gross und wohlthätig der Einfluss Oken's für den Fortschritt der Wissenschaft im Allgemeinen und der Zoologie insbesondere gewesen ist. Es ist überdies leichter, während man seine Ideen borgt, über seinen Stil und seine Nomenklatur zu spotten, als den wahren Sinn seiner oft paradoxen, sentenziösen und aphoristischen Aussprüche herauszufinden; aber der Mann, der die ganze Methode der vergleichenden Anatomie verändert hat, der sich sorgfältig mit der Embryologie der höheren Thiere zu einer Zeit beschäftigt hat, wo nur wenige Physiologen derselben einige Aufmerksamkeit schenkten, der die drei Naturreiche ganz nach eigenen Prinzipien eingetheilt hat, der Tausende von Homologien und Analogien zwischen organisirten Wesen entdeckt hat, die vorher ganz übersehen worden waren, der ein ausführliches Handbuch der Naturgeschichte publicirt hat, das eine gedrängte Nachricht von Allem enthält, was bis zur Zeit seines Erscheinens bekannt war, der 25 (30) Jahre lang die vollständigste und ausführlichste naturwissenschaftliche Zeitschrift geleitet hat, die je erschienen ist und in der jede Entdeckung während eines Vierteljahrhunderts getreulich berichtet wurde, der Mann, der jeden Studirenden mit brennender Liebe zur Wissenschaft und mit Bewunderung für seinen Lehrer erfüllt hat, dieser Mann wird nie vergessen werden, noch können seine Verdienste um die Wissenschaft je übersehen werden, so lange Denken und Forschen verbunden sind.“

[105]) Isis. 1820. I. p. 552.

[106]) Annales des sc. nat. III. 1824. p. 174.

Rathke[107]) hat offenbar den präciseren Ausdruck gefunden und unterscheidet: „1) die Verwandtschaft von verschiedenen Organen hinsichtlich der Form und Lagerung ihrer Structurtheile bei einem und demselben Thiere und 2) die Verwandtschaft verschiedener Organe hinsichtlich ihrer Form und Lagerung und ihrer einzelnen Theile bei verschiedenen Thieren.“ Die gleiche Frage könne in Bezug auf die Funktion verschiedener Theile bei demselben Thiere oder bei verschiedenen Thieren gestellt werden; denn das funktionelle Verhältniss eines Organs wird, wie Rathke bemerkt, zwar häufig und dann grossentheils durch das architectonische bestimmt, aber es läuft demselben keineswegs immer parallel.

In ähnlicher Weise hat sich Owen[108]) ausgesprochen: „Analog“ ist ihm „ein Theil oder Organ eines Thieres, der dieselbe Funktion hat, wie ein anderer Theil oder ein Organ in einem anderen Thier; „Homolog“ aber dasselbe Organ bei verschiedenen Thieren unter jeder Variation seiner Gestalt und Funktion. Die Uebereinstimmung eines Theils oder Organs, der durch seine relative Lage und Verbindung bestimmt ist, mit einem Theile oder Organ eines anderen Thieres ergibt seine „special homology“; die Uebereinstimmung verschiedener Organe desselben Thieres in Bezug auf Lage und Verbindung ist seine „serial homology“. Zu letzterer gehört die Oken'sche Wirbeltheorie des Schädels, mit der ersteren hat sich unter den Aeltern vorzugsweise Geoffroy beschäftigt, aber auch Cuvier hat in derselben gearbeitet und von ihr hängt die systematische Benennung der Theile ab. Wenn nun aber Owen ausser den beiden genannten noch eine dritte oder „general homology“ unterscheidet, „welche die Beziehung eines Theils zu dem Grundplan oder Typus eines Thieres ausdrücken soll, z. B. die Homologie sämmtlicher Wirbelsegmente eines Thieres und ihrer einzelnen Theile“; so gestehe ich aufrichtig, dass ich nicht weiss, worin diese Homologie von der vorhergenannten oder „serial homology“ verschieden sein soll. Denn zu behaupten, dass gewisse Segmente des Schädels, des Kreuzbeins, Steissbeins u. s. w. Wirbel seien, scheint mir sehr wenig gesagt, wenn man nicht auch zugleich die characteristischen Bestandtheile und Merkmale eines Wirbels daran aufzeigt oder mit andern Worten die Vergleichung auch für die einzelnen Theile durchführt. Nur eine so durchgeführte Vergleichung kann überhaupt einen Werth haben. Die allgemeine Homologie Owens enthält daher nur die Beweisgründe, das eigentliche Material und den Inhalt seiner „serial homology“ und kann von derselben nicht getrennt werden.

---

107) Kiemenapparat a. a. O. S. 97.

108) Lectures a. a. O. p. 46. Archetype a. a. O. p. 6.

Da ferner diese Durchführung und der entscheidende Beweis in vielen Fällen nur vermittelst der Entwickelungsgeschichte geführt werden kann, welche Owen bei verschiedenen Gelegenheiten zurück in ihre Schranken weist, obgleich schon Geoffroy [109]) homologe Theile als „analog in der Entwicklung“ bezeichnet hat, so bringt er durch die Aufstellung seiner allgemeinen Homologie nur etwas wieder herein, was er so eben mit Unrecht hinausgestossen hat und nie hätte vermissen sollen.

Eine weitere Durchführung dieser Ansichten würde die Gränzen einer Osteologie des Lachses weit überschreiten und muss einer späteren Zeit vorbehalten bleiben. Ich werde mich sehr glücklich schätzen, wenn ich durch die aufmerksame und anhaltende Betrachtung eines einzelnen Thieres etwas Erhebliches zur Characteristik seiner Classe beigetragen habe. Die Typen der einzelnen Classen, ja selbst einzelner abweichender Gattungen, in Bezug auf ihren Scelettbau festzustellen, scheint mir in dem Gange, den die Wissenschaft und zwar vorzugsweise die deutsche Wissenschaft seit Cuvier genommen hat — den wir zur Hälfte auch den Unseren nennen —, die nächste Aufgabe. Die Zootomie hat dazu bereits ein überreiches Material zusammengetragen und es wird nicht lange mehr möglich sein, dasselbe in der bisherigen zerstückelten Weise mitzuführen. Schon hat sie begonnen, auch von der Gewebelehre genauere Notiz zu nehmen, und wenn wir auch noch weit von einer vergleichenden Gewebelehre im Sinne der menschlichen entfernt sind, so ist doch namentlich auf dem Gebiete der Sceletologie in neuerer Zeit eine so erfreuliche Thätigkeit, dass die Verwendung der gewonnenen Resultate nicht länger zu umgehen ist.

Der vergleichenden Entwickelungsgeschichte, ich wiederhole es, ist die grösste Aufgabe vorbehalten, sie ist es, auf welche vorzugsweise unsere Zeit stolz sein kann und von welcher die Zukunft der Formenlehre abhängt. Nur durch die Entwickelungsgeschichte werden Formen und Texturen und schliesslich auch die Funktionen verständlich. Alles Gewordene, im Reiche der Natur wie in der Geschichte, ist nur durch sein Werden zu begreifen und die Entwickelungsgeschichte ist in diesem Sinne für den Naturforscher vollkommen dasselbe, was die Weltgeschichte für die Menschheit. Sie wird in allen Streitfragen auf diesem Gebiete die letzte Entscheidung zu fällen haben und so weit es den Anschein hat, wird sie die Antwort nicht schuldig bleiben.

109) Annales des sc. nat. VI. 1825. p. 342.